

República de Colombia

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA

OLGA LUCIA ALFONSO IANNINI

Directora General

JOSÉ ALEXANDER GRIJALBA CASTRO

Subdirector de Planificación Ambiental y Desarrollo Sostenible

Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima

FRANCISCO ANTONIO VILLA NAVARRO

Coordinador del Proyecto

SERGIO LOSADA PRADO

Coordinador General

GLADYS REINOSO FLÓREZ

Coordinadora

GIOVANY GUEVARA CARDONA

Coordinador

Fotografías y texto

Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (GIZ, 2022)

CORTOLIMA

Nit: 890.704.536-7.

PBX: +57(8) 265 5378-2654553

Dirección: Av. Ferrocarril Calle 44 Esquina-Ibagué, Colombia.

Universidad del Tolima

Nit 890.700.640-7

PBX +57(8) 2 771212

B. Santa Helena Parte Alta. A. A. 546-Ibagué, Colombia.

EQUIPO TÉCNICO

Sergio Losada Prado	Coordinador General Grupo de Investigación en Zoología Universidad del Tolima
Francisco Antonio Villa Navarro	Coordinador del Proyecto
Giovanny Guevara Cardona	Coordinador
Gladys Reinoso Flórez	Coordinadora
Jessica Nathalia Sánchez Guzmán	Coordinadora Técnica del Proyecto
Liliana Rondón Salazar	Área: Servicios ecosistémicos
Michael Alejandro Castro Bonilla	Área: Flora
Francisco Antonio Villa Navarro	Área: Ictiología
Edwin Orlando López Delgado	
Sergio Losada Prado	Área: Herpetología
Leidy Azucena Ramírez Fráncel	
Sergio Losada Prado	Área: Ornitología
Jessica Nathalia Sánchez Guzmán	
Gladys Reinoso Flórez	Área: Lepidópteros diurnos
Katerine Cañas Arbeláez	
Giovany Guevara Cardona	Área: Mastozoología
Leidy Azucena Ramírez Fráncel	
Henry Giovanni Rubiano Sotelo	Área: Batimetría e Hidrología
Iván Orlando Moreno González	
José Alexander Grijalba Castro	Subdirección de Planificación Ambiental y Desarrollo Sostenible CORTOLIMA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
MARCO TEÓRICO	12
LOS HUMEDALES	12
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL	13
ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES	15
NORMATIVIDAD	18
OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL	24
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN	26
1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	26
1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL	28
2. COMPONENTE FÍSICO	30
2.1. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS	30
2.2. GEOLOGÍA	31
2.3. CLIMA	32
2.3.1. Precipitación.	32
2.3.2. Temperatura.	35
2.3.3. Evapotranspiración de referencia (ET _o) y real (ET _r).	36
2.4. HIDROGRAFÍA	38
2.5. HIDROLOGÍA	39
2.5.1. Levantamiento topobatemétrico para el humedal Toqui-Toqui.	40
2.5.2. Balance hídrico de largo plazo.	44

2.5.3. Curvas Cota - Volumen y Cota - Área.	45
2.5.2. Lámina de agua por condición hidrológica.	47
2.5.3. Ronda hídrica.	49
3. COMPONENTE BIÓTICO	52
3.1. FLORA	52
3.1.1. Marco teórico.	52
3.1.2. Metodología.	56
3.1.2.1. Fitoplancton.	56
3.1.2.2. Flora.	58
3.1.1. Resultados-Flora presente en el humedal.	60
3.1.1.1. Fitoplancton.	60
3.1.1.2. Flora.	61
B. Especies de interés para la conservación.	64
3.2. FAUNA	64
3.2.1. Marco teórico.	65
3.2.1.1. Zooplancton.	65
3.2.1.2. Macroinvertebrados.	66
3.2.1.3. Lepidópteros.	68
3.2.1.4. Ictiofauna.	69
3.2.1.5. Herpetofauna.	72
3.2.1.6. Avifauna.	74
3.2.1.7. Mastofauna.	77
3.2.2. Metodología.	80
3.2.2.1. Zooplancton.	80
3.2.2.2. Macroinvertebrados.	82
3.2.2.3. Lepidópteros.	84
3.2.2.4. Ictiofauna.	85
3.2.2.5. Herpetofauna.	88
3.2.2.6. Avifauna.	91
3.2.2.7. Mastofauna.	94

3.2.3. Resultados-Fauna presente en el humedal.	98
3.2.3.1. Zooplankton.	98
3.2.3.2. Macroinvertebrados.	100
3.2.3.3. Lepidópteros.	102
3.2.3.4. Ictiofauna.	105
3.2.3.5. Herpetofauna.	108
3.2.3.6. Avifauna.	114
3.2.3.7. Mastofauna.	123

4. CALIDAD DEL AGUA **131**

4.1. MARCO CONCEPTUAL **131**

4.1.1. Factores fisicoquímicos y bacteriológicos de los humedales.	131
4.1.1.1. Temperatura.	132
4.1.1.2. Oxígeno disuelto.	132
4.1.1.3. Porcentaje de saturación de oxígeno (% O ₂).	132
4.1.1.4. Demanda biológica de oxígeno (DBO ₅).	133
4.1.1.5. Demanda química de oxígeno (DQO).	133
4.1.1.7. Conductividad eléctrica.	133
4.1.1.8. Turbidez.	133
4.1.1.9. Dureza.	134
4.1.1.10. Cloruros.	134
4.1.1.11. Nitrógeno, nitritos y nitratos.	134
4.1.1.12. Fósforo y fosfatos.	134
4.1.1.13. Sólidos suspendidos.	134
4.1.1.14. Sólidos totales.	135
4.1.1.15. Coliformes totales y fecales.	135

4.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) **135**

4.3. METODOLOGÍA **136**

4.3.1. Métodos de campo.	136
4.3.1.1. Parámetros fisicoquímicos.	136
4.3.1.2. Parámetros bacteriológicos.	136

4.3.2. Métodos de laboratorio.	136
4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	137
<u>5. VALORES DE USO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL HUMEDAL</u>	<u>141</u>
5.1. INTRODUCCIÓN	141
5.2. METODOLOGÍA	142
5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	143
5.4. CONCLUSIONES	151
<u>6. COMPONENTE AMBIENTAL</u>	<u>155</u>
6.1. INTRODUCCIÓN	155
6.2. METODOLOGÍA	156
6.2.1. Transformación total (Orden de magnitud 1).	157
6.2.2. Perturbación severa (Orden de magnitud 2).	158
6.3. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS	159
6.3.1. Análisis cualitativo del humedal Toqui-Toqui.	161
6.4. ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL.	162
6.4.1. Transformación total de un humedal.	163
6.4.1.1. Reclamación de tierras.	163
6.4.1.2. Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.	163
6.4.1.3. Introducción o trasplante de especies invasoras.	164
6.4.2. Perturbación severa.	164
6.4.2.1. Control de inundaciones.	164
6.4.2.2. Contaminación.	164
6.4.2.3. Urbanización.	164
6.4.2.4. Sobreexplotación de recursos biológicos.	164
6.4.2.5. Represamiento o inundación permanente.	164
<u>7. VALORACION Y EVALUACION</u>	<u>166</u>
7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA	166

7.1.1. Generalidades del humedal.	166
7.1.1.1. Tamaño y posición.	166
7.1.1.2. Conectividad ecológica.	166
7.1.2. Diversidad biológica.	166
7.1.3. Naturalidad.	167
7.1.4. Rareza.	167
7.1.5. Fragilidad.	168
7.1.6. Posibilidades de mejoramiento.	172
7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	173
7.2.1. Conocimiento del humedal por los habitantes aledaños	174
7.2.1.1. Conocimiento del humedal.	175
7.2.1.2. Conocimiento de la fauna y la flora del humedal.	176
7.2.1.3. Funciones del humedal.	176
7.2.1.4. Actitud frente al humedal.	177
7.2.1.5. Acciones para la recuperación del humedal.	177
7.2.2. Valoración económica.	178
8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL	181
8.1. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	181
8.1.1. Aspectos conceptuales.	181
8.1.2. Aspectos metodológicos.	186
8.2. RESULTADOS ZONIFICACIÓN	190
8.2.1. Áreas de preservación y protección ambiental.	193
8.2.2. Áreas de protección y regulación del recurso hídrico.	193
8.2.2.1. Cuerpos de agua.	193
8.2.2.2. Bosque ripario.	194
8.2.2.3. Áreas con vegetación natural intervenida tendiente a recuperación.	194
8.2.2.4. Ronda hídrica.	194
8.3.2. Áreas de Producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos.	195
8.3.2.1. Sistemas silvopastoriles.	195

8.3.2.2. Áreas de producción sostenible.	195
8.3.2.3. Áreas de extracción de hidrocarburos.	195
8.3. AJUSTES EN LA ZONIFICACIÓN	196
9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	200
9.1. INTRODUCCIÓN	200
9.2. METODOLOGÍA	201
9.3. VISIÓN	202
9.4. MISIÓN	202
9.5. OBJETIVOS	203
9.5.1. Objetivo general del Plan de Manejo.	203
9.5.2. Objetivos específicos.	203
9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN	203
9.7. ESTRATEGIAS	204
9.7.1. Programa de recuperación de ecosistemas y hábitat.	207
9.7.2. Programa de investigación, educación y concientización.	207
9.7.3. Programa manejo sostenible.	208
9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS	208
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.	208
Proyecto 1.1. Conservación y mantenimiento del humedal.	¡Error! Marcador no definido.
Proyecto 1.2. Conservación de la fauna y flora del humedal limitando y minimizando el impacto por factores antrópicos.	¡Error! Marcador no definido.
Proyecto 1.3. Recuperación de la ronda hídrica.	208
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN.	210
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.	210
Proyecto 2.2. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.	213
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.	¡Error! Marcador no definido.
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.	¡Error! Marcador no definido.
9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO	¡Error! Marcador no definido.

9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL

¡Error! Marcador no definido.

ANEXOS	226
---------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	275
---------------------	------------

INTRODUCCIÓN

Los humedales son considerados ecosistemas muy sensibles a la intervención de origen antrópico, en Colombia son vitales dentro de la amplia variedad de ecosistemas y, al ofrecer distintos bienes y servicios, constituyen en un reglón importante de la economía nacional, regional y local (Ministerio del Medio Ambiente [MMA], 2002). Los humedales sirven para mitigar los impactos generados por el ciclo hidrológico de una región y, paralelamente, proveen de hábitat a distintos organismos, incluyendo aquellas especies que recurren a la migración como estrategia adaptativa. Proveen de hábitat, alimento, refugio, y áreas de crianza y reproducción a un elevado número de especies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos e invertebrados. Son reconocidos por su alto nivel de endemismos, en particular de peces e invertebrados, por su fauna altamente especializada y por ser refugio de una gran diversidad de especies de aves migratorias. Los humedales tienen también un papel ecológico muy importante en el control de la erosión, la sedimentación y las inundaciones; en el abastecimiento y depuración del agua, y en el mantenimiento de pesquerías. En la actualidad estos sistemas han reducido su extensión considerablemente debido al drenado y relleno de sus áreas para diferentes usos (Aguilar, 2003).

Su afectación obedece a distintos factores, generalmente antrópicos. Uno de ellos ha sido la inadecuada planificación y el uso de técnicas nocivas, así como la ejecución de políticas de desarrollo sectorial inconsistentes y desarticuladas (MMA, 2002). Con el fin de detener la pérdida de los humedales se han desarrollado distintas iniciativas, una de ellas es la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, adoptada en Ramsar en 1971 (Sánchez, 1998). Igualmente, la Agenda 21 plantea como prioridad para los recursos de agua dulce la protección de los ecosistemas y la ordenación integrada de los recursos hídricos (MMA, 2002).

La declinación en la producción de las especies acuáticas en general se ha asociado a la pérdida de diversos tipos de hábitat estuarinos y ribereños, como la vegetación acuática sumergida, vegetación marginal halófila, sustratos someros lodosos, arrecifes ostrícolas y restos de vegetación arbórea. Sin embargo, la declinación en el tamaño de las poblaciones de igual manera es causada por una serie de procesos biológicos, geológicos, físicos y químicos, tales como la alteración física de los hábitats, la modificación de los influjos de agua dulce y la contaminación crónica o accidental (Barba, 2004). Los humedales poseen atributos o valores intrínsecos que los distinguen de otros ecosistemas y es ahí donde reside su gran importancia en el sistema vital del planeta y el hecho de detentar la máxima consideración desde el punto de vista de la conservación (Viñals, 2004).

Actividades como la agricultura intensiva, la urbanización, la contaminación, la desecación, sobreexplotación de recursos y la introducción de especies foráneas, han afectado los procesos naturales que se dan en los humedales convirtiéndolos en ecosistemas frágiles con pérdida de capacidad productiva.

Debido a la alteración de estos ecosistemas el Estado propone su protección mediante la Ley 99 de 1993, en su artículo 5 numeral 24, donde establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en relación con los humedales, y menciona que: "le corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales". El MMA adopta esta responsabilidad por medio de la Resolución 157 del 12 de febrero de 2004, y en su artículo 4, dispone en relación con el Plan de Manejo Ambiental, que las Autoridades Ambientales competentes deberán elaborarlos y ejecutarlos para los humedales prioritarios de su jurisdicción, los cuales deberán partir de una delimitación, caracterización y zonificación para la definición de medidas de manejo, con la participación de los distintos interesados. Así mismo, el Plan de Manejo Ambiental deberá garantizar el uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica (Resolución 196 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 01 de febrero de 2006).

En el departamento del Tolima se tiene identificados más de 655 cuerpos de agua, dentro de los cuales se destaca 300 lagunas de cordillera, de origen glaciar, localizadas en la cordillera Central en áreas de los Parques Nacionales Naturales (Los nevados, Las hermosas y Nevado del Huila), así mismo se han identificado numerosas lagunas y sistemas de los humedales en las zonas bajas principalmente en la zona de vida Bosque Seco Tropical del departamento. A pesar de esta variedad de ecosistemas acuáticos, en el departamento del Tolima solo se han realizado algunos estudios relacionados con la caracterización de flora y fauna en humedales ubicados principalmente en el Valle del Magdalena.

Teniendo en cuenta lo anterior y consciente de la importancia de los humedales, y la fauna y flora que los caracteriza, la Corporación Autónoma del Tolima CORTOLIMA, en Convenios Interadministrativos con la Universidad del Tolima-Grupo de Investigación en Zoología (GIZ), han formulado 35 Planes de Manejo Ambiental (PMA), más tres PMA desarrollados con CORPOICA. Con los resultados obtenidos de estos trabajos se ha llegado a considerar relevante actualizar 21 PMA, ubicados en las zonas bajas y altas del departamento del Tolima. Por esta razón, el objetivo del presente Plan de Manejo Ambiental es la "Revisión, ajuste y caracterización del humedal Toqui-Toqui, ubicado en la vereda La Manga de los Rodríguez del municipio de Piedras, principalmente en aspectos bióticos (flora y fauna) y topo-batimétricos, como también la actualización de la línea base de acciones concretas y directas para su recuperación y protección.

MARCO TEÓRICO

LOS HUMEDALES

Existen más de cincuenta definiciones de humedales (Dugan, 1992) y los expertos debaten la conveniencia de acuñar una de uso general (Scott y Jones, 1995). El Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado la definición de la Convención Ramsar, la cual establece: «... son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Scott y Carbonell, 1986).

Cowardin *et al.* (1979) sugirieron que los humedales fueran reconocidos por su carácter de interfaz entre los sistemas terrestres y acuáticos. Por otro lado, Farinha *et al.* (1996) ofrecieron criterios operativos, como los siguientes: El límite entre tierra con cobertura vegetal predominantemente hidrofítica y aquella con cobertura mesofítica o xerofítica; el límite entre suelo predominantemente hídrico y aquel predominantemente seco; en aquellos sitios en donde no hay ni suelo ni vegetación, el límite entre la tierra que es inundada o saturada con agua en algún momento del año y aquella que no lo es.

Las funciones ecológicas y ambientales de los humedales colombianos representan numerosos beneficios para la sociedad. En primer término, son sistemas naturales de soporte vital, y base de actividades productivas y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal y de sustento, caza y recolección y el pastoreo y la agricultura en épocas de estiaje (MMA-Instituto Alexander Von Humboldt, 1999). Sin embargo, los humedales no han merecido atención prioritaria, siendo entonces ignorada su contribución a la economía del país.

Por su naturaleza, los humedales son ecosistemas altamente dinámicos, sujetos a una amplia gama de factores naturales que determinan su modificación en el tiempo aún en ausencia de factores de perturbación. Sus atributos físicos, principalmente hidrográficos, topográficos y edáficos son constantemente moldeados por procesos endógenos tales como la sedimentación y la desecación y por fenómenos de naturaleza principalmente exógena, tales como avalanchas, el deslizamiento de tierras, las tormentas y vendavales, la actividad volcánica y las inundaciones tanto estacionales como ocasionales.

Se puede decir que un humedal degradado es un humedal que ha perdido algunos de sus valores o funciones o todos ellos a causa de la desecación, por tanto, existen razones que fundamentan iniciar actividades de restauración y rehabilitación de los humedales degradados. En esencia, se trata de las mismas

razones para conservar los humedales naturales: las valiosas funciones y servicios que prestan. Vale la pena establecer una definición para los términos valores y funciones de los humedales. Las funciones son procesos químicos, físicos y biológicos o atributos del humedal que son vitales a la integridad del sistema y que operan sean o no considerados importantes para la sociedad. Los valores son atributos del humedal que no son necesariamente importantes a la integridad del sistema pero que son percibidos como de importancia para la sociedad. La importancia social de las funciones y valores de un humedal se define como el valor que la sociedad le asigna a una función o valor evidenciado por su valor económico o reconocimiento oficial (Adamus *et al.*, 1991).

Pese a que es muy difícil restaurar humedales exactamente como eran antes de su conversión y que incluso puede ser imposible, existen muchos ejemplos de proyectos de restauración que han restablecido al menos algunas de estas funciones y valores. Debido a la dificultad que conlleva un proceso de restauración, es indispensable determinar el criterio de éxito de la misma desde un comienzo y en forma detallada. Otra limitante es la ausencia de información sobre el estado de los humedales antes de ser impactados.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL

Las perturbaciones naturales son un elemento integral de los ecosistemas de todo tipo. Estas perturbaciones afectan la composición y estructura de los ecosistemas, generando cambios permanentes y una dinámica propia. La velocidad de recuperación de los ecosistemas depende de varios factores, pero principalmente de la magnitud y frecuencia. Muchos modelos extractivos y productivos de pequeña escala generan impactos comparables con las perturbaciones naturales, de los cuales se recuperan fácilmente, la capacidad de un ecosistema para recuperarse de estos cambios se conoce bajo el término de resiliencia: entre mayor resiliencia mayor capacidad de recuperación a las perturbaciones (Samper, 1999).

Con la perturbación de un ecosistema se produce un cambio en la estructura, usualmente representada en una reducción en el número de especies y complejidad del ecosistema. Al mismo tiempo se puede producir un impacto sobre la función, por ejemplo, la reducción en la capacidad de reciclaje de nutrientes. En sentido estricto, la restauración de un ecosistema implica el retorno a la estructura y función original. El problema conceptual es como definir el ecosistema original, sobre todo si tenemos en cuenta que todos los ecosistemas cambian con el tiempo.

En el estudio de los ecosistemas se tiene en cuenta su composición de especies, su estructura y su funcionamiento (procesos), porque en últimas la restauración

ecológica es un tipo de manejo de ecosistemas que apunta a recuperar la biodiversidad, su integridad y salud ecológica. La biodiversidad es su composición de especies (principalmente de los productores primarios, las plantas), la integridad ecológica es su estructura, función y la salud ecológica es su capacidad de recuperación después de un disturbio (resistencia a disturbios y resiliencia), lo cual garantiza su sostenibilidad.

En consecuencia la capacidad de restaurar un ecosistema dependerá de una gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: el estado del ecosistema antes y después del disturbio, el grado de alteración de la hidrología, la geomorfología y los suelos, las causas por las cuales se generó el daño; la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema preexistente, la información acerca de las condiciones ambientales regionales, la interrelación de factores de carácter ecológico cultural e histórico: es decir la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico, la disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración, los patrones de regeneración, o estados sucesionales de las especies (por ejemplo, estrategias reproductivas, mecanismos de dispersión, tasas de crecimiento y otros rasgos de historia de vida o atributos vitales de las especies), las barreras que detienen la sucesión y el papel de la fauna en los procesos de regeneración (Vargas, 2007).

El éxito en la restauración también dependerá de los costos, de las fuentes de financiamiento y voluntad política de las instituciones interesadas en la restauración; pero ante todo de la colaboración y participación de las comunidades locales en los proyectos.

- **Restauración ecológica.** La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido” (SER, 2004). En otras palabras, la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región.

Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar (SER, 2004).

La visión ecosistémica implica que lo que debe retornar a un estado pre-disturbio son las condiciones ecológicas que garantizan la recuperación de la composición estructura y función del ecosistema y que recuperan servicios ambientales. Desde este punto de vista la restauración es un proceso integral de visión ecosistémica tanto local, como regional y del paisaje, que tiene en cuenta

las necesidades humanas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y antrópicos (Vargas, 2007).

El valor de usar la palabra restauración desde el punto de vista ecosistémico es que nos ayuda a pensar en todos los procesos fundamentales de funcionamiento de un ecosistema, especialmente en los procesos ligados a las sucesiones naturales (Cairns, 1987), sus interacciones y las consecuencias de las actividades humanas sobre estos procesos.

- **Rehabilitación.** Varios autores utilizan la palabra rehabilitación como sinónimo de restauración. Pero en realidad su uso presenta diferencias. La rehabilitación no implica llegar a un estado original. Por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado (Bradshaw, 2002), sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que podamos recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso se realiza una rehabilitación de la función ecosistémica, muchas veces incluso con un reemplazo de las especies que lo componen (Samper, 2000). En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación.

- **Revegetalización.** Es un término utilizado para describir el proceso por el cual las plantas colonizan un área de la cual ha sido removida su cobertura vegetal original por efecto de un disturbio. La revegetalización no necesariamente implica que la vegetación original se restablezca, solamente que algún tipo de vegetación ahora ocupa el sitio. Por ejemplo, muchas áreas que sufren disturbios son ocupadas por especies invasoras que desvían las sucesiones a coberturas vegetales diferentes a las originales (Vargas, 2007).

ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES

La restauración es un componente de la planificación nacional para la conservación y uso racional de los humedales. De acuerdo con la 8ª reunión de la Conferencia de las partes implicadas en la convención sobre humedales Ramsar (2002) se establecen principios y lineamientos para la restauración de los humedales en el documento Ramsar COP8 Resolución VIII. 16.

A continuación se enuncian algunos principios de consideración en los proyectos de restauración de los humedales:

1. Comprensión y declaración clara de metas, objetivos y criterios de rendimiento.

2. Planificación detenida para reducir las posibilidades de efectos secundarios indeseados.
3. Examen de procesos naturales y condiciones reinantes durante la selección, preparación y elaboración de proyectos.
4. No debilitar los esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes.
5. Planificación a escala mínima de cuenca de captación, sin desestimar el valor de hábitats de tierras altas y los nexos entre estos y hábitats propios de los humedales.
6. Tomar en cuenta los principios que rigen la asignación de recursos hídricos y el papel que la restauración puede desempeñar en el mantenimiento de las funciones ecológicas de los humedales.
7. Involucrar a todos los interesados directos en un proceso abierto de discusión e implementación de acciones sobre los humedales.
8. Gestión y monitoreo continuos (custodia a largo plazo).

Lograr la restauración o rehabilitación de un humedal requiere en primer lugar del restablecimiento del régimen hidrológico, lo cual depende de actividades que consisten principalmente en eliminar obras de infraestructura que impidan el flujo de agua al humedal, o tubos y canales que drenan el agua de este. Sin embargo, la regulación hídrica del humedal también se relaciona con actividades que conciernen al control de la entrada de sedimentos, residuos sólidos y flujos contaminantes y la reconfiguración geomorfológica del sitio.

El régimen hidrológico puede recuperarse de manera indirecta si se controla la calidad del agua a partir de las concentraciones de nutrientes, la explotación de acuíferos y manantiales abastecedores, si se mantiene la cobertura vegetal en las partes altas de las cuencas. Dado que el aporte de sedimentos está relacionado con el régimen hidrológico, en ocasiones es necesario construir gaviones o estructuras de retención de suelo. En otros casos, se deben quitar las presas que retienen el sedimento o construir playas y dunas protectoras (Vargas, 2010).

Otro de los factores relacionados con el ambiente físico es la restitución de la microtopografía del sustrato porque determina la variación de factores como el potencial de oxidorreducción y temperatura, y/o la distribución y establecimiento de las especies. Las especies vegetales de los humedales son susceptibles a variaciones pequeñas en el relieve del sustrato en escalas de centímetros a metros (Collins *et al.*, 1982; Titus, 1990). La reconfiguración física del humedal involucra técnicas de empleo de maquinaria y manuales para estabilizar la geoforma y al mismo tiempo propiciar la heterogeneidad en el relieve.

En segundo lugar, es necesario el control de especies invasoras acuáticas, semiacuáticas y terrestres. Esto puede realizarse a través de métodos como el entresacado manual o la remoción con maquinaria liviana. Es conveniente hacerlo antes del establecimiento de especies vegetales nativas ya que es otra

de las barreras a la restauración. El establecimiento de especies vegetales en los humedales tiene dos alternativas metodológicas (Lindig-Cisneros y Zedler, 2005):

A. *Métodos de diseño*. Esta aproximación toma en cuenta la estrategia de historia de vida de las especies como el factor más importante en el desarrollo de la vegetación en un sitio. Además, enfatiza aproximaciones intervencionistas basadas en resultados predecibles ya que involucra la selección e introducción de especies con implementación de medidas necesarias para su permanencia.

B. *Métodos de autodiseño*. Consisten en permitir que las comunidades vegetales se organicen espontáneamente dejando que las especies se establezcan de manera natural colonizando el sitio. El restaurador puede plantar especies vegetales o no pero las condiciones ambientales naturales determinarán la permanencia de la vegetación (Middleton, 1999).

Al igual que los métodos de diseño la creación de hábitats para la fauna requiere de la selección de especies vegetales de acuerdo a las especies animales. Restablecer la vegetación de los alrededores del humedal involucra sembrar especies nativas que sirvan como barrera, perchas vivas y refugios. Al final del proceso es imprescindible restablecer también la vegetación de los alrededores. Algunos criterios para el manejo de la cobertura vegetal terrestre de un humedal son: diseño de las plantaciones, diversidad de especies, conectividad interna, atractivos (perchas y árboles de fructificación), condiciones edáficas, alternancia de corredores, estratificación, protección de la franja litoral, zonas de recreación y vegetación de transición.

Dentro de los atributos o variables de medición recomendables en el monitoreo de la restauración de los humedales se reconocen los siguientes (Callaway *et al.*, 2001).

- *Hidrología*. Régimen de inundación, nivel freático, tiempo de retención de agua, caudales de entradas y salidas, tasas de flujo, elevación, sedimentación y erosión.
- *Calidad del agua*. Temperatura del agua y oxígeno disuelto, pH, turbidez y estratificación de la columna de agua y nutrientes.
- *Suelos*. Contenido de agua, textura, salinidad, densidad aparente, pH, potencial de reducción, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno inorgánico, procesos del nitrógeno, descomposición, sustancias tóxicas.

- *Vegetación acuática.* Porcentaje de cobertura, composición de especies, etapas de sucesión.
- *Vegetación terrestre.* Mapeo, cobertura y altura de plantas vasculares, arquitectura del dosel, tamaño de parches y distribución de especies particulares, biomasa epigea, biomasa hipogea, estimación visual de algas y tipo dominante, concentración de nitrógeno en tejidos.
- *Fauna.* Tasa de colonización, composición de especies, densidad, estructura poblacional, crecimiento, períodos de migración, anidación y cuidado de crías, relación reptiles/mamíferos. Entre los grupos considerados como indicadores biológicos para realizar el seguimiento de estos parámetros se encuentran los macroinvertebrados acuáticos, peces y aves acuáticas.

NORMATIVIDAD

Desde finales de la década de los 80 y principios de los 90 se empezaron a gestionar en Colombia los primeros pasos para la conservación de los humedales del país. En este sentido, en 1991, durante la Segunda Reunión de los Miembros Sudamericanos de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), el Programa Mundial de Humedales de la IUCN convocó un taller en donde se recomendó la realización de otros talleres de Humedales en cuatro países de la región para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación de los Humedales.

Posteriormente, en 1992 se llevó a cabo en Bogotá, el Primer Taller Nacional de Humedales, en el cual se construyó de manera informal un Comité ad hoc con el fin de canalizar acciones tendientes a la conservación de estos ecosistemas (Naranjo, 1997).

Con la creación del Ministerio del Medio Ambiente mediante la Ley 99 de 1993, se reorganizó el sistema nacional encargado de la gestión ambiental y en la estructura interna del Ministerio se creó una dependencia específica para el tema de los humedales. En 1996, esta dependencia generó un documento preliminar de lineamientos de Política para varios ecosistemas, incluyendo los humedales. Un año más tarde, el MMA realizó una consultoría con el Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt con el fin de proporcionar las bases técnicas para la formulación de una política nacional de estos ecosistemas acuáticos. Los resultados de dicha consultoría hacen parte de la publicación "Humedales Interiores de Colombia, Bases Técnicas para su conservación y Desarrollo Sostenible". En este mismo sentido, el Ministerio realizó en 1999 un estudio que identificó las prioridades de gestión ambiental de varios ecosistemas, entre ellos los humedales.

Por otra parte, en el plano internacional, el Ministerio del Medio Ambiente realizó desde su creación las gestiones políticas y técnicas para que el Congreso de la República y la Corte Constitucional aprobaron la adhesión del país a la Convención Ramsar. Lo anterior se logró mediante la Ley 357 del 21 de enero de 1997, produciéndose la adhesión protocolaria el 18 de junio de 1998.

La Convención Ramsar (2000), plantea que la perturbación de los humedales debe cesar, que la diversidad de los que permanecen debe conservarse, y, cuando sea posible, se debe procurar rehabilitar o restaurar aquellos que presenten condiciones aptas para este tipo de acciones.

Por medio de la Resolución 196 de 2006 se adopta la Guía Técnica para la Formulación, Complementación o Actualización, por parte de las autoridades ambientales competentes en su área de jurisdicción de los Planes de Manejo para los Humedales Prioritarios en Colombia y para la delimitación de los mismos. Así mismo, la conservación de estos ecosistemas es prioritaria para cumplir con los objetivos contemplados en otros tratados internacionales de los cuales Colombia es parte, como por ejemplo, el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

En el párrafo 1 del artículo 3 de la Convención Ramsar se estipula que “Las Partes Implicadas deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, y en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio.”

Con este propósito, en la 7a COP (Conferencia de las Partes) celebrada en Costa Rica en 1999, se aprobaron los Lineamientos para Elaborar y Aplicar Políticas Nacionales de Humedales, en los cuales se mencionan los siguientes elementos para lograr su conservación:

- A. Fijación de objetivos de conservación de los humedales en las políticas gubernamentales.
- B. Fortalecimiento de la coordinación y la comunicación entre los organismos gubernamentales.
- C. Creación de más incentivos a la conservación de los humedales.
- D. Fomento de un mejor manejo de los humedales después de su adquisición o retención.
- E. Conocimientos más elaborados y su aplicación.
- F. Educación dirigida al público en general, a los decisores, los propietarios de tierras y al sector privado.
- G. Fomento de la participación de las organizaciones no gubernamentales y las comunidades locales.

Colombia cuenta con herramientas adecuadas para la protección y conservación de los humedales y es así como a partir de su Constitución Política de 1991 se “eleva el medio ambiente a la calidad de derecho constitucional colectivo, estableciendo derechos y deberes de la sociedad en relación con el

manejo y protección de los recursos naturales, instando como elemento constitucional el desarrollo sostenible y asignando funciones de protección ambiental a diferentes autoridades del poder público”.

Norma	Año	Nombre	Institución	Descripción
Convención	1971	RAMSAR	Convención de Ramsar	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.
Decreto Ley	1974	Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	El Art. 137 señala que serán objeto de protección y control especial las fuentes, cascadas, lagos y otras corrientes de agua naturales o artificiales, que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección.
Decreto	1978	Dec. 1541	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974; «De las aguas no marítimas» y parcialmente la Ley 23 de 1973. Normas relacionadas con el recurso agua. Dominio, ocupación, restricciones, limitaciones, condiciones de obras hidráulicas, conservación y cargas pecuniarias de aguas, cauces y riberas.
Decreto	1984	Dec. 1594	Ministerio de Agricultura	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III-Libro II y el Título III de la parte III-Libro I-del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos. Los usos de agua en los humedales, dados sus parámetros físico-químicos son: Preservación de Flora y Fauna, agrícola, pecuario y recreativo.
Constitución	1991	Constitución política de 1991	Gobierno de Colombia	Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para

Norma	Año	Nombre	Institución	Descripción
				garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley	1993	Ley 99	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Art. 5 numeral 24 establece la responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente en la regulación de los recursos hídricos y de los ecosistemas con ellos relacionados. Ordenándosele "regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales".
Ley	1994	Ley 165	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. Esta ley responsabiliza al estado de la conservación de su diversidad biológica y de la utilización sostenible de sus recursos biológicos. Teniendo en cuenta que los humedales son reguladores de los regímenes hidrológicos y hábitat de una fauna y flora característica, especialmente de aves acuáticas, algunas migratorias, hace de estos un hábitat relevante con importancia por su alta riqueza, diversidad biológica y servicios ecosistémicos para las comunidades locales.
Lineamiento	1995	Política para el Manejo Integral del Agua	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	El Ministerio de Ambiente elaboró el documento "Lineamientos para la construcción colectiva de una cultura del agua". Uno de sus objetivos es proteger acuíferos, humedales y otros reservorios importantes de agua.

Norma	Año	Nombre	Institución	Descripción
Ley	1997	Ley 357	Congreso de Colombia	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). Esta Ley es la única norma que de manera específica y concreta impone obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales, considerados en su acepción genérica.
Ley	1997	Ley 614		Por medio de la cual se adiciona la Ley 388 de 1997 y se crean los comités de integración territorial para la adopción de los planes de ordenamiento territorial. Los municipios y los distritos son los responsables de la elaboración de los planes y esquemas de ordenamiento territorial. Dichos planes deben, entre otras cosas, localizar las áreas con fines de conservación y recuperación paisajística e identificar los ecosistemas de importancia ambiental. También les corresponde clasificar los suelos en urbanos, rurales o de expansión. Dentro de cualquiera de estas tres clases puede existir lo que se define como suelo de protección.
Resolución	2002	Res. VIII. 14 Ramsar	Convención de Ramsar	Por medio de la cual se establecen los nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.

Norma	Año	Nombre	Institución	Descripción
Resolución	2008	X. 31 Ramsar	Convención de Ramsar	Por medio de la cual se establecen lineamientos para mejorar la Biodiversidad en los arrozales como sistemas de Humedales
Resolución	2004	Res. 157	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la convención Ramsar.
Resolución	2006	Res. 196	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia.
Resolución	2006	Res. 1128	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por el cual se modifica el artículo 12 de la resolución 157 de 2004 y se dictan otras disposiciones. Artículo 12. Aprobación del Plan de Manejo. El Plan de Manejo del Humedal elaborado con base en la guía técnica a que se refiere la presente Resolución, será aprobado por el Consejo o Junta Directiva de la respectiva autoridad ambiental competente.
Resolución	XXX	Res. 377	CORTOLIMA	

Fuente: GIZ (2022)

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el ajuste al Plan de Manejo Ambiental del humedal Toqui-Toqui del municipio de Piedras en el departamento del Tolima.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la flora y fauna (lepidópteros diurnos, aves, herpetos, peces y mamíferos) del humedal.
- Identificar las especies de flora y fauna que se encuentren en alguna categoría de amenaza en el humedal.
- Realizar el estudio batimétrico y análisis del comportamiento de la lámina de agua del humedal objeto de estudio.
- Establecer los valores de uso en términos de servicios de los ecosistemas percibidos por los pobladores colindantes a las áreas del humedal.
- Precisar y ajustar las propuestas planteadas en el plan de manejo para la rehabilitación, conservación, protección y uso sostenible del humedal.

CAPÍTULO 1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1. LOCALIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN

1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Humedal Toqui-Toqui se encuentra ubicado en la vereda Manga de los Rodríguez del municipio de Piedras aproximadamente a 7.6 kilómetros desde la cabecera municipal sobre la vía que conduce a la Hacienda La Montaña en las coordenadas 4°35'57.59" N, 74°51'2.42" W a 260 metros sobre el nivel del mar, de la subzona hidrográfica del Río Totare (Tabla 1-1).

Tabla 1-1. Extensión geográfica del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

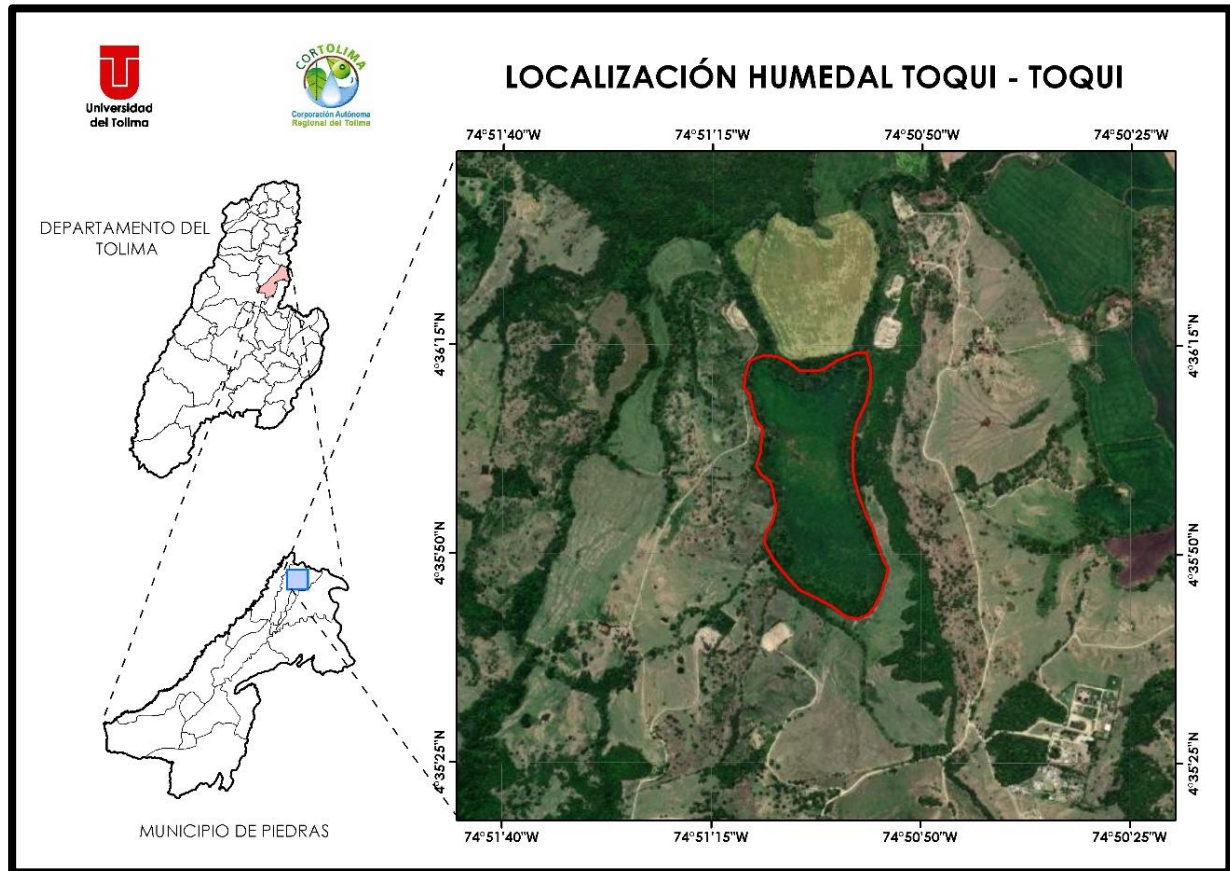
Extremo	Norte	Oeste
Norte	04°47'38.75" N	74°46'42.77" W
Sur	04°47'19.43" N	74°46'42.77" W
Oriente	04°47'30.93" N	74°46'33.38" W
Occidente	04°47'30.93" N	74°46'49.80" W

Fuente: GIZ (2022)

El Humedal continua con un área aproximada 23 hectáreas y se sitúa sobre los predios Pilamita, Lo 5A y Lombricero Laguna colindando con los predios: Guarapo (al occidente), Palmar Número 2 Troncoso (al sur) y Lombricero 2 (al oriente), de actividad económica doméstica según información catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (Figura 1-1).

Fuertemente influenciado por el establecimiento de sistemas de producción agrícola e influencia de actividades de ganadería extensiva generando cambios en la estructura física y química del suelo, llegando a afectar la calidad de este. Así mismo la actividad petrolífera crea una presión al ecosistema y el efecto del cambio climático, las cuales han generado de igual modo la disminución del espejo de agua y por ende la conectividad ecológica.

Figura 1-1. Localización de la microcuenca del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Figura 1-2. Humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

1.2. CLASIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL HUMEDAL

Con base en la Convención Ramsar, el humedal Toqui-Toqui se clasifica según sus cinco niveles jerárquicos, basados en la Política Nacional para Humedales interiores de Colombia (2002) (Tabla 1-2):

Tabla 1-2. Clasificación del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima según la Convención Ramsar

Sistema jerárquico (niveles)	Clasificación Humedal Toqui-Toqui
Ámbito: Es la naturaleza ecosistémica más amplia en su origen y funcionamiento.	Interior
Sistema: Los humedales naturales se subdividen según la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos. Los artificiales se separan con base en el proceso que los origina o mantiene.	Palustre
Subsistema: Los humedales naturales se subdividen dependiendo del patrón de circulación del agua.	Permanente
Clase: Se define con base en descriptores de la fisionomía del humedal, como formas de desarrollo dominantes o características del sustrato, tales como textura y granulometría en caso de no estar cubierto por plantas.	Emergente
Subclase: Depende principalmente de aspectos biofísicos particulares de algunos sistemas o de la estructura y composición de las comunidades bióticas presentes.	Lagos dulces permanentes

Fuente: GIZ (2022)

CAPÍTULO 2.

COMPONENTE FÍSICO

2. COMPONENTE FÍSICO

La caracterización física del humedal Toqui-Toqui, fue construida a partir de información secundaria disponible, analizando aspectos como la forma de la superficie terrestre, distribución y composición litológica, comportamiento climático, hidrografía existente e hidrología, descritos a continuación:

2.1. GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

El análisis geomorfológico y la descripción de la composición física de los suelos, se abordó a partir del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima a escala 1:100.000 realizado por el IGAC con el fin de delimitar cartográficamente las diferentes capacidades y usos de la tierra señalando el uso más apropiado del suelo, permitiendo un desarrollo sostenible en beneficio del medio ambiente (

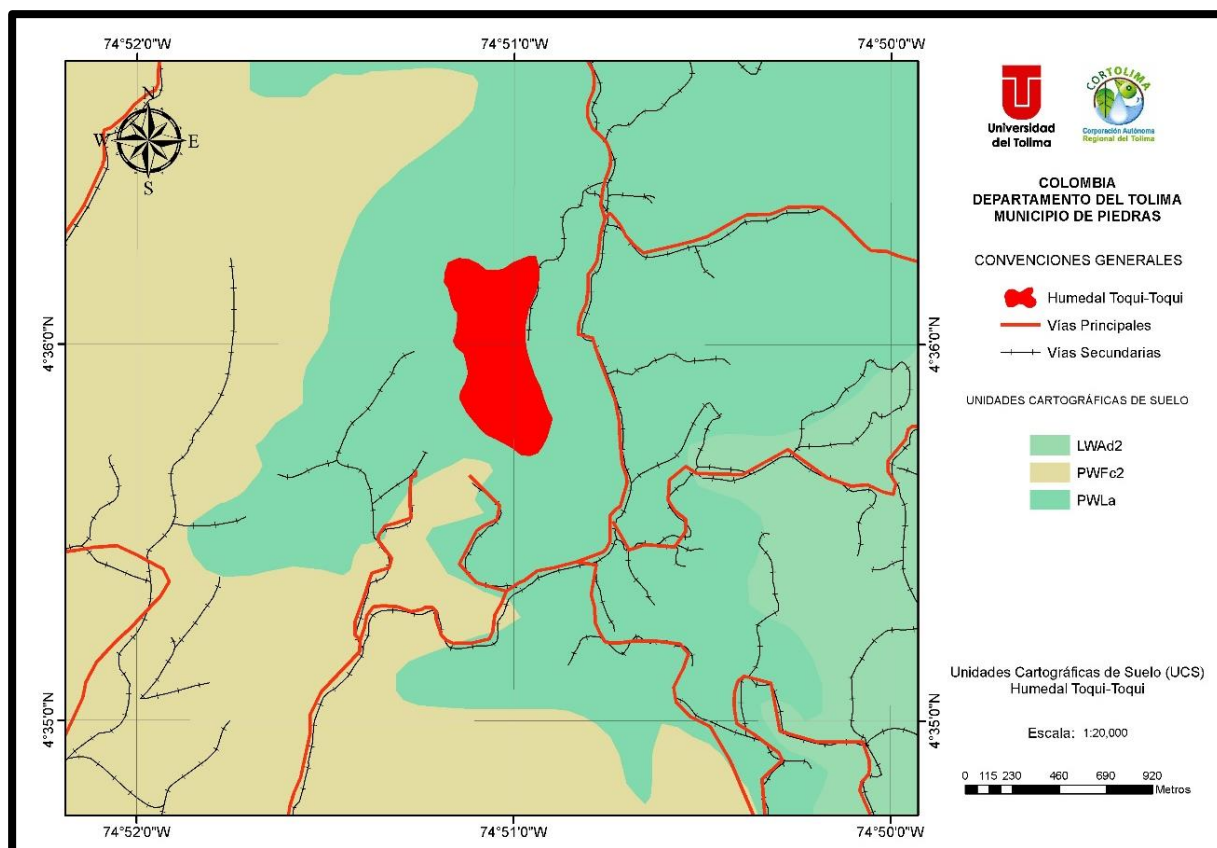
Figura 2-1).

Los principales tipos de suelos encontrados sobre el humedal Toqui-Toqui son los siguientes:

- **PWL_a:** Suelos de clima cálido seco derivados de sedimentos coluvio aluviales heterométricos; situados en zonas de vida del bosque seco tropical. Relieve plano a ligeramente plano con pendientes inferiores al 3%. Destinados a la ganadería semintensiva con pastos mejorados y cultivos de sorgo, maíz y algodón. Conformado por un grupo indiferenciado de suelos Typic Ustifluvents en un 50%, Vertic Haplustalfs en 30% y Typic Ustipsamments en un 20%. Suelos bien a imperfectamente drenados, moderadamente profundos y superficiales, limitados por piedra y cascajo. De baja fertilidad y fácil mecanización aptos para explotaciones agropecuarias intensivas.
- **PWF_{c2}:** Suelos de clima cálido seco, de material constituido por flujos de lodo de tipo volcánico. Relieve ligeramente inclinado y ondulado con pendientes entre el 7 al 12%, de erosión ligera. La principal actividad económica es la ganadería extensiva y la actividad agrícola enfocada principalmente a los cultivos de arroz, sorgo y maíz, limitados por la disponibilidad hídrica y poca profundidad en los suelos. Conformado por una asociación de los suelos Typic Ustorthents en un 50%, Lithic Ustorthents en 30% y Fluventic Ustropepts en un 20%. Suelos moderadamente profundos y superficiales limitados por piedra y cascajo. De baja fertilidad y fácil mecanización aptos para explotaciones agropecuarias

intensivas. Requieren riego y prácticas de manejo de fertilidad y manejo de aguas de drenaje.

Figura 2-1. Unidades Cartográficas de Suelos (UCS) de la microcuenca del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

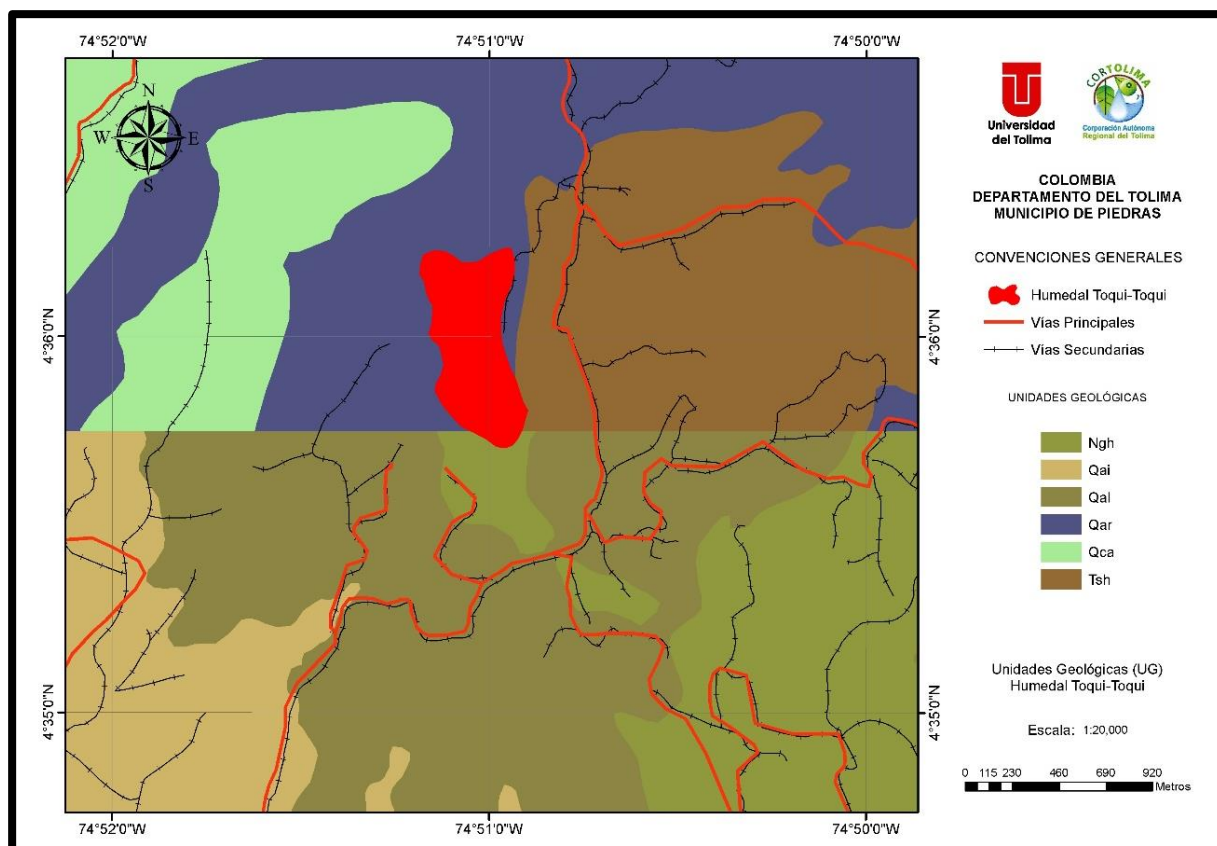
2.2. GEOLOGÍA

La caracterización geológica se tomó a partir de los levantamientos cartográficos realizados por el Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS), hoy Servicio Geológico Colombiano (SGC), a escala 1:100.000 los cuales abordan los principales rasgos estructurales e identificación de posibles amenazas geológicas para la región.

El Humedal Toqui-Toqui se encuentra ubicado sobre Aluviones Recientes (Qar) y el Grupo Honda (Tsh) compuesto por Lutitas rojas con intercalaciones de

areniscas, arenas y gravas con cantos de rocas metamórficas e ígneas intrusivas y efusivas (Figura 2-2).

Figura 2-2. Unidades Geológicas (UG) de la microcuenca del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

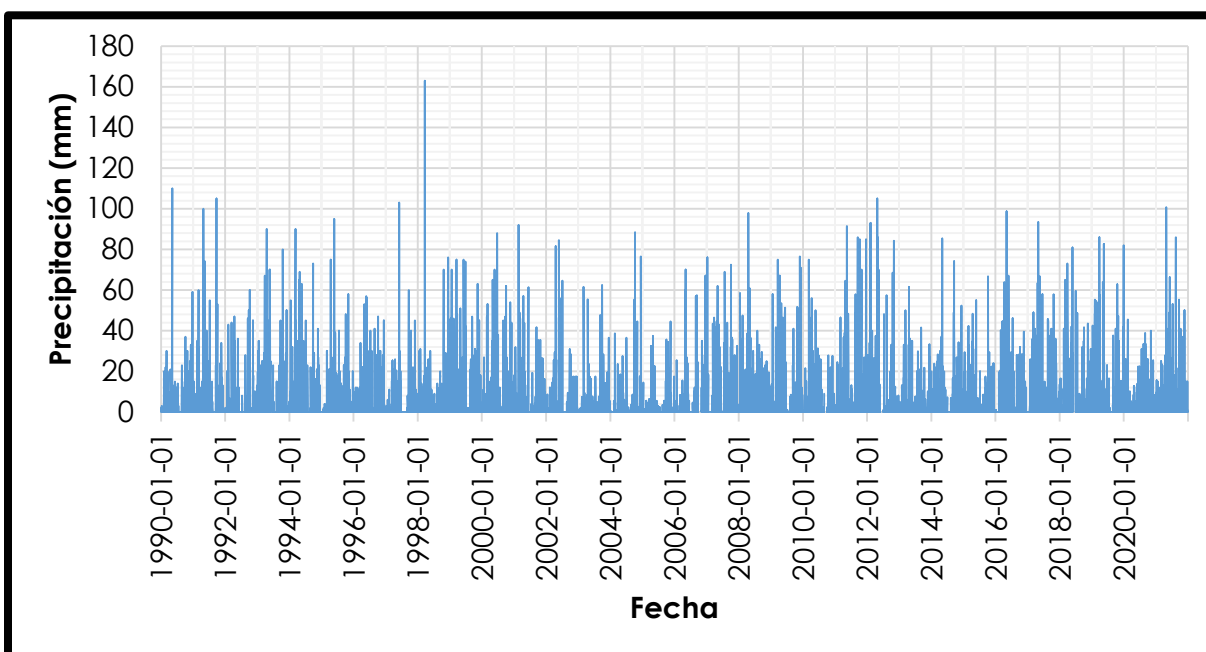
2.3. CLIMA

Para el análisis del comportamiento climático para el humedal Toqui-Toqui, se consideraron los registros disponibles de la red de monitoreo meteorológico del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Para ello, se seleccionó la estación de monitoreo más cercana al humedal la cual cumpliera con los criterios de completitud (menos del 10% de los datos faltantes), extensión de los registros (más de 20 años de información) y variables medidas (precipitación y temperatura).

2.3.1. Precipitación. Considerando los criterios anteriormente expuestos para el análisis de la precipitación, la estación meteorológica Piedras (código 21220040) cumple con los criterios de proximidad y selección al disponer de registros continuos suficientes en completitud y extensión a escala diaria.

Aun así, se observa la presencia de datos faltantes en los períodos 2016-10, 2010-09, 2012-06, 2018-06 superiores al 10%, dificultando representar adecuadamente la variabilidad pluviométrica (Figura 2-3).

Figura 2-3. Precipitación diaria para la estación Piedras (21220040), período 1990-2021.



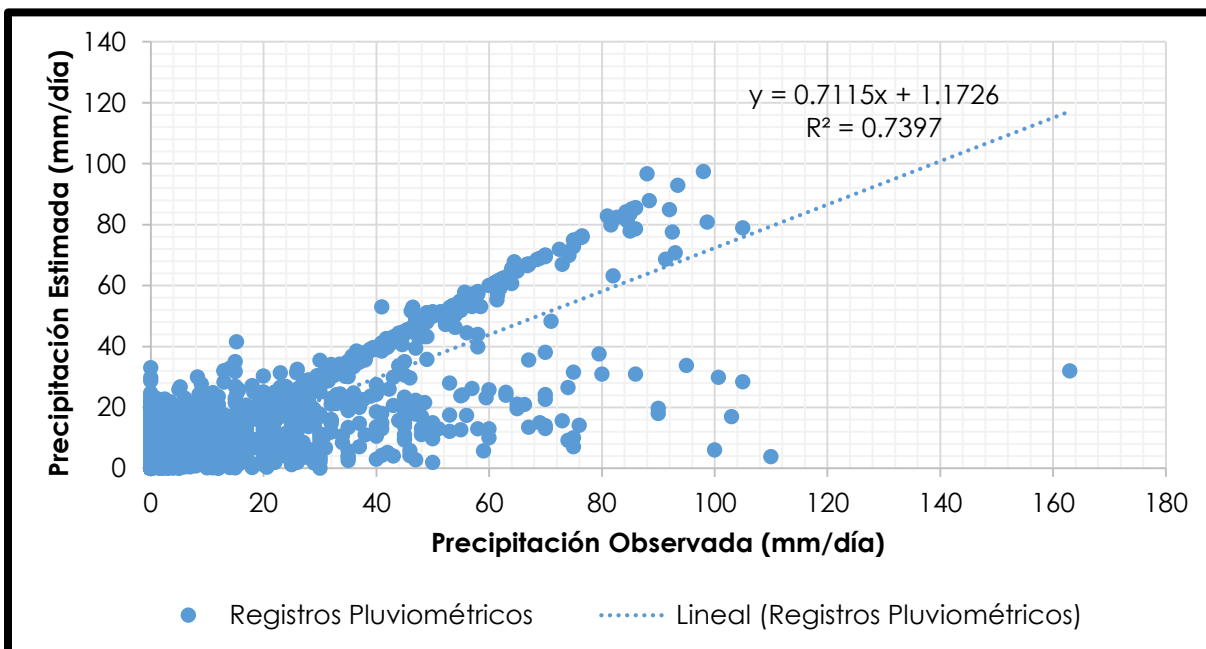
Fuente: GIZ (2022)

Por lo anterior, se toma a consideración los registros de lluvia generados en la Evaluación Regional del Agua (ERA) para el departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2021), en el cual se estiman campos de precipitación a escala diaria como resultado del reprocesamiento de la información pluviométrica de estaciones meteorológicas del IDEAM y la implementación de algoritmos de aprendizaje automático para su reproducción espaciotemporal.

Dicha información estimada es validada respecto a los registros de lluvia reportados por la estación de monitoreo a escala diaria, obteniendo buen desempeño en la simulación con un Coeficiente de Determinación $R^2=0.739$ y un Error Cuadrático Medio $RMSE=5.33$ mm/día, reproducción satisfactoriamente el patrón espaciotemporal de las lluvias (Figura 2-4). Así mismo, se realizó la validación de los datos a escala mensual, representando adecuadamente los

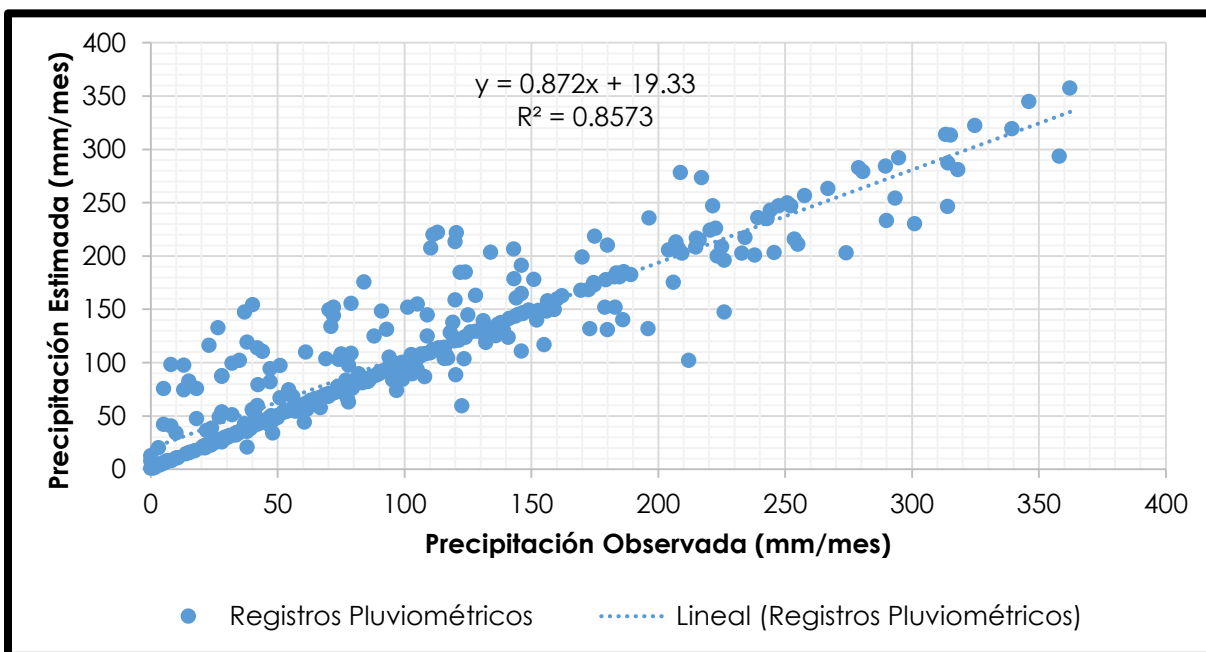
valores acumulados de lluvia con un $R^2=0.85$ y un $RMSE=30.48$ mm/mes (Figura 2-5).

Figura 2-4. Precipitación diaria observada vs estimada para la estación Piedras (21220040) período 1990-2021.



Fuente: GIZ (2022)

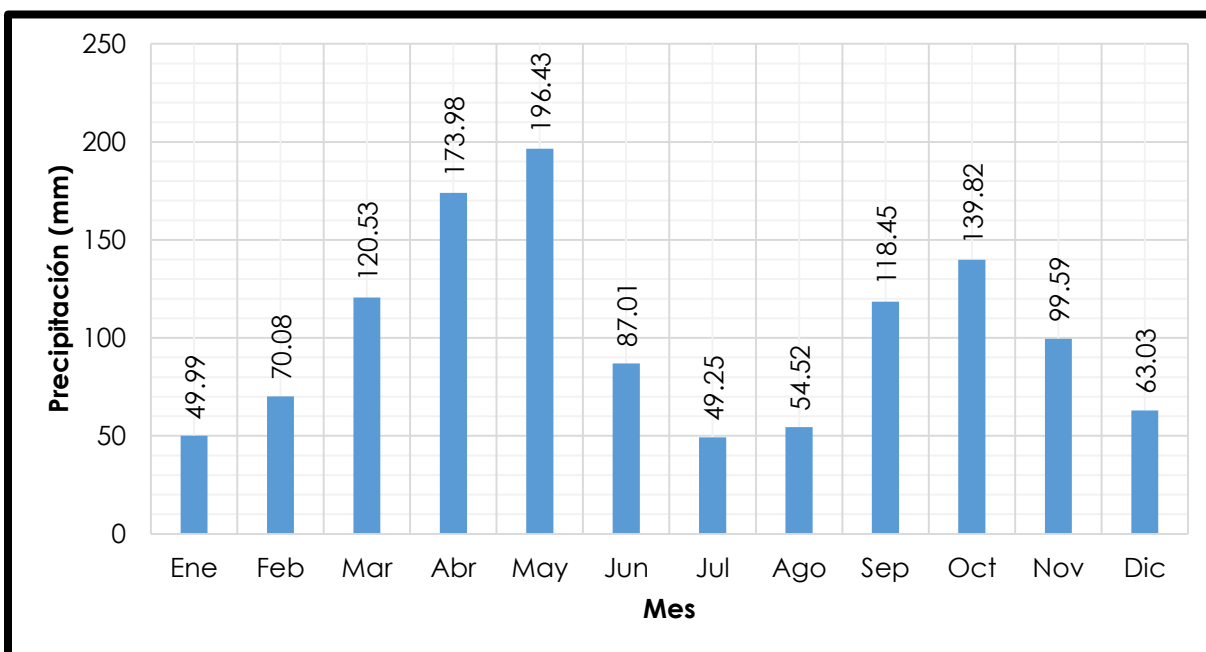
Figura 2-5. Precipitación mensual observada vs estimada para la estación Piedras (21220040), período 1990-2021.



Fuente: GIZ (2022)

Una vez validada la información pluviométrica, se establece el período de análisis desde 1990 al 2021 (Figura 2-6) realizando un llenado de datos faltantes a partir de los valores estimados de precipitación. Las lluvias para el humedal presentan una distribución bimodal con dos períodos húmedos alternado por dos períodos secos. Los períodos húmedos se generan en los meses de Marzo (120.53 mm), Abril (173.98 mm), Mayo (196.43 mm); y Septiembre (118.45 mm), Octubre (139.82 mm), Noviembre (99.59 mm), siendo el primer semestre el período de mayor pluviosidad. Los períodos secos se generan en los meses de Junio (87.01 mm), Julio (49.25 mm), Agosto (54.52 mm); y Diciembre (63.03 mm), Enero (49.99 mm), Febrero (70.08 mm), presentándose una mayor sequía a mediados del año. De igual manera, la precipitación promedio anual para el humedal es de 1, 222.68 mm/año aproximadamente.

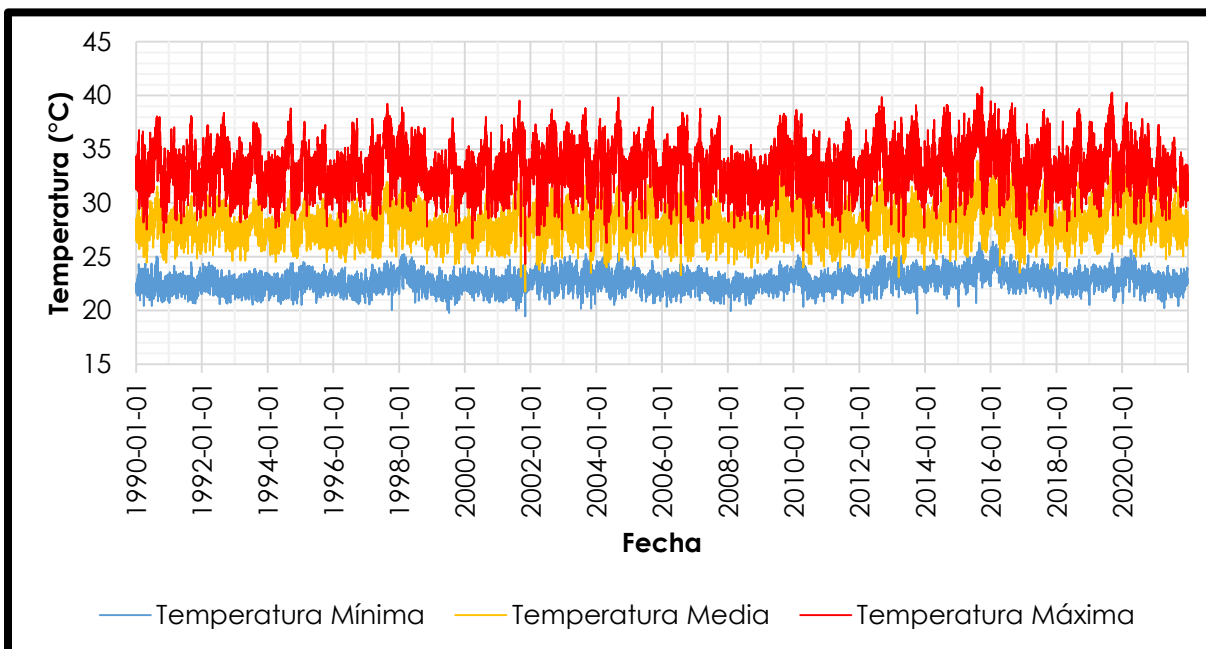
Figura 2-6. Precipitación media mensual para la estación Piedras (21220040) en el período 1990-2021.



Fuente: GIZ (2022)

2.3.2. Temperatura. El análisis de las temperaturas medias, máximas y mínimas igualmente consideró los registros generados en la ERA para el departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2021), debido a la no presencia de estaciones para el monitoreo de la temperatura por parte del IDEAM en zonas cercanas a la ubicación del humedal. Por lo anterior, se selecciona el período 1990 al 2021 como período de análisis para el presente estudio (Figura 2-7).

Figura 2-7. Temperaturas medias, máximas y mínimas diarias para la estación Piedras (21220040) en el período 1990-2018.



Fuente: GIZ (2022)

Considerando los datos de temperatura aportados por la ERA se representa el comportamiento térmico del Humedal Toqui-Toqui a escala mensual como se evidencia en la Figura 2-8, considerando las temperaturas medias, máximas y mínimas.

Las temperaturas varían en promedio entre los 27.44°C (para noviembre) y los 29.46°C (para el mes de agosto) a lo largo del año, siendo 28.24°C la temperatura media anual para el humedal. En cuanto a la temperatura máximas se observa un alto valor para Agosto llegando a los 35.52°C y una temperatura mínima de 22.57°C correspondiente a Julio (Figura 2-8).

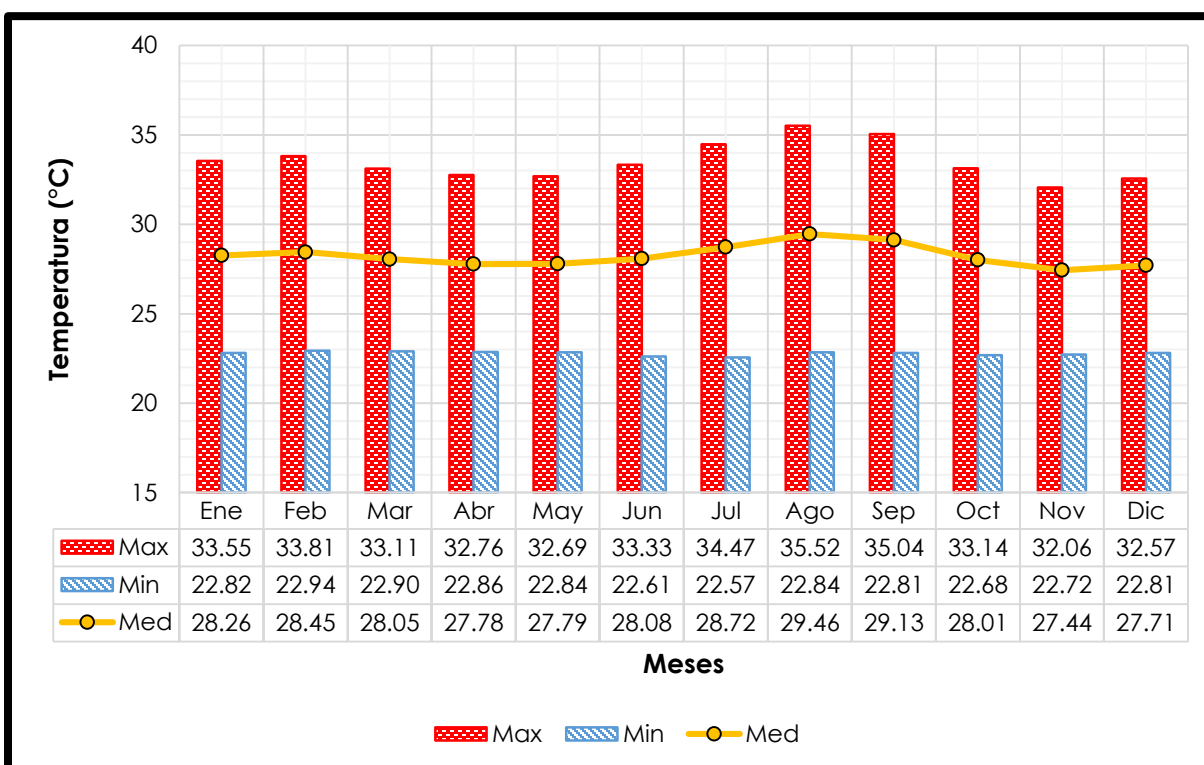
2.3.3. Evapotranspiración de referencia (ET_o) y real (ET_r). Para el cálculo de la ET_o se implementó el método FAO-Penman Monteith descrito en (Allen *et al.*, 1998) mediante la siguiente expresión:

$$\frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

Donde: R_n, Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² day⁻¹); G, Flujo de calor latente (MJ m⁻² day⁻¹); T, Temperatura media diaria a una altura de 2 metros (°C); u₂, Velocidad del viento a una altura de 2 metros (m s⁻¹); e_s, Presión de vapor a saturación (kPa); e_a, Presión de vapor real (kPa); e_s-e_a, Déficit de presión de

vapor (kPa); Δ , Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa°C⁻¹); γ , Constante psicrométrica (kPa°C⁻¹).

Figura 2-8. Temperatura máxima, media y mínima mensual para la estación Piedras (21220040) período 1990-2021.



Fuente: GIZ (2022)

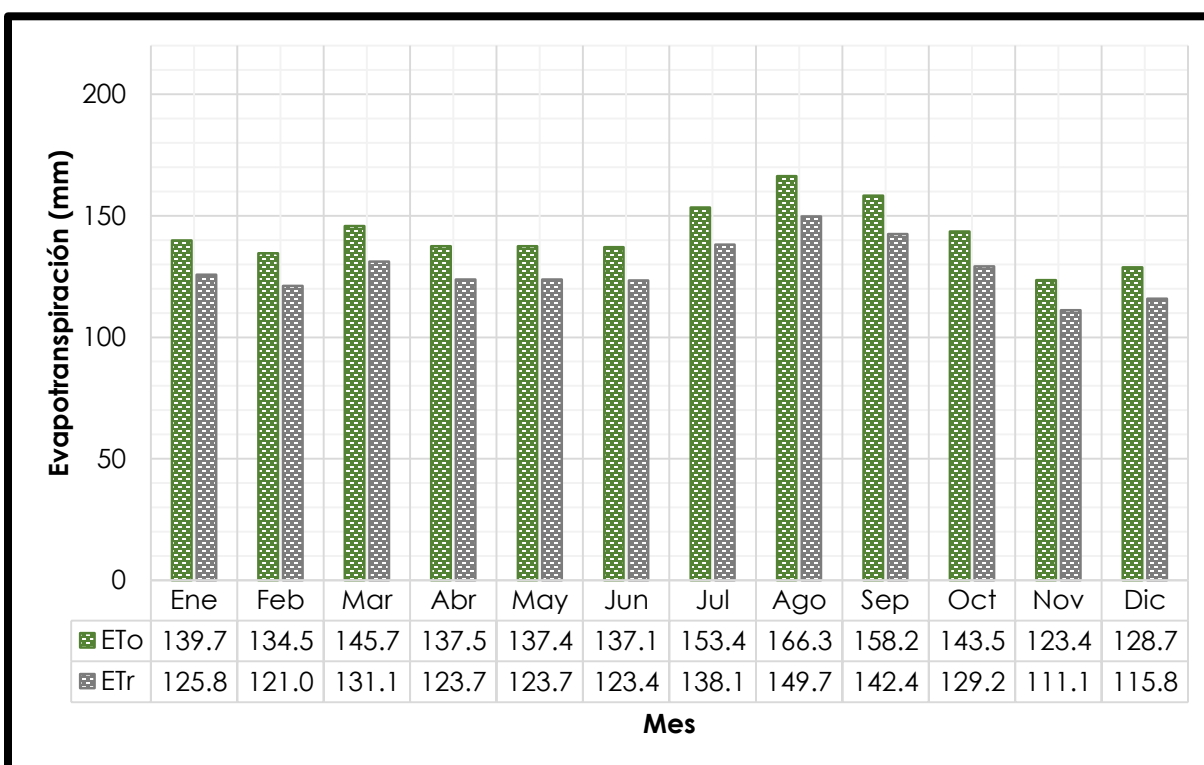
Este método es aplicable a zonas con escasa disponibilidad de información meteorológica siguiendo la metodología descrita en FAO (2006) la cual incluye métodos para la estimación de la ETo a partir pocas variables climatológicas como la temperatura máxima y mínima, y de información geoespacial como la latitud y la altitud de la estación de monitoreo. De igual manera, esta metodología ha sido adoptada por el IDEAM para su reproducción y aplicación (Gómez y Cadena, 2017).

La estimación de la ETr se determinó aplicando un coeficiente de vegetación (K_c) el cual varía de acuerdo con la cobertura de la superficie terrestre. Para el presente estudio, se asume un $K_c = 0.9$ debido a la presencia de una lámina de agua en gran parte de la superficie del humedal. Los cálculos se desarrollaron aplicando la siguiente ecuación: $ETr = K_c \times ETo$

Donde, ETr = Evapotranspiración real (mm/mes); K_c = Coeficiente de vegetación.

Para el Humedal Toqui-Toqui se observa un mayor capacidad de evapotranspiración en los meses de Julio (ETo= 153.4 mm; ETr= 138.1 mm), Agosto (ETo= 166.3 mm; ETr= 149.7 mm) y Septiembre (ETo= 158.2 mm; ETr= 142.4 mm), correspondiente a los meses con mayor temperatura y menor pluviosidad para el humedal. Así mismo, los meses de Noviembre (ETo= 123.4 mm; ETr= 111.1 mm) y Diciembre (ETo= 128.7 mm; ETr= 115.8 mm) se presenta una disminución en la pérdida de agua (Figura 2-9).

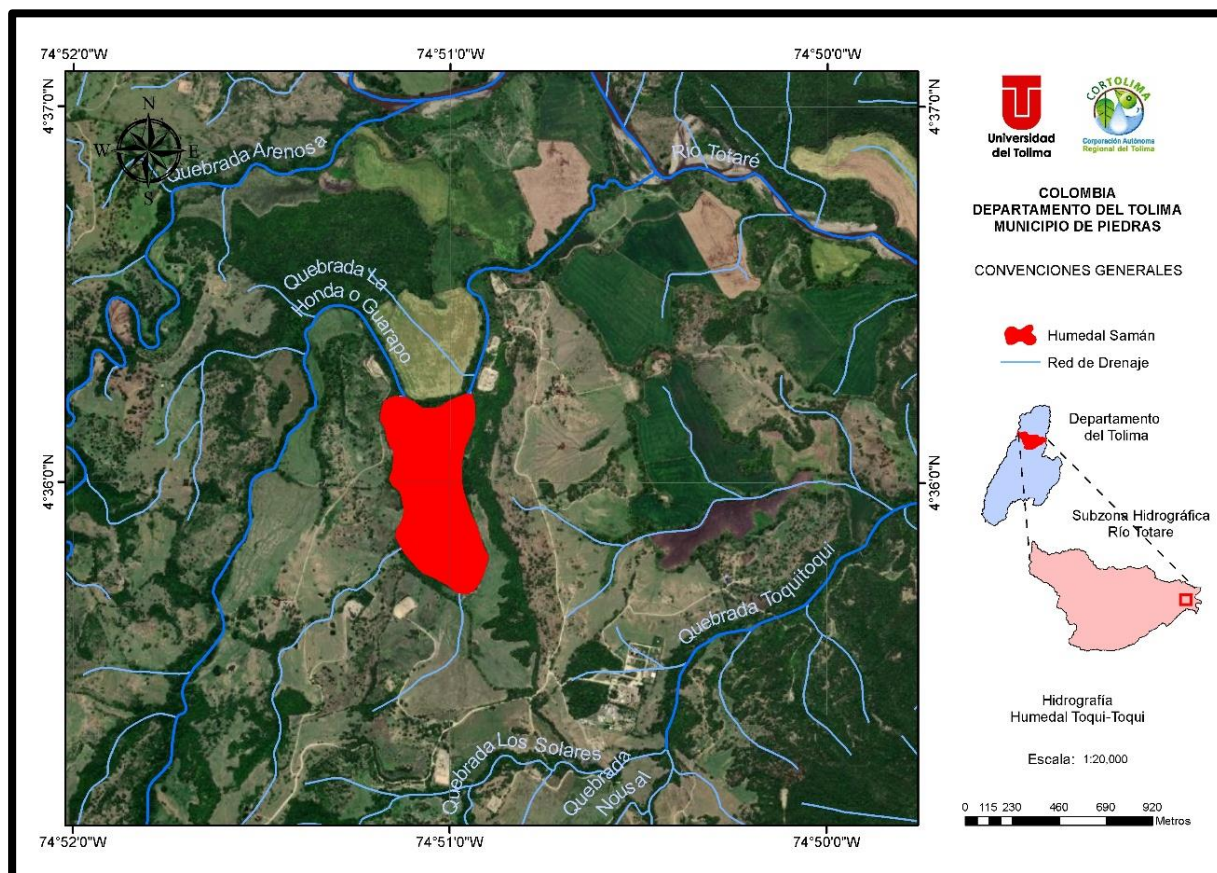
Figura 2-9. Evapotranspiración media mensual de referencia y real para la estación Piedras (21220040) período 1990-2021.



Fuente: GIZ (2022)

2.4. HIDROGRAFÍA

El humedal Toqui-Toqui se encuentra localizado sobre la parte baja de la subzona hidrográfica del Río Totare (código 2124) al margen derecho de la Quebrada La Honda o Guarapo (código 2124.2.48), la cual desembocan posteriormente al Río Totare (código 2124.02), que a su vez confluye al Río Magdalena (Figura 2-10).

Figura 2-10. Mapa hidrográfico del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Fuente: GIZ (2022)

2.5. HIDROLOGÍA

La descripción hidrológica del Humedal Toqui-Toqui contempló un estudio topobatemétrico el cual evaluó el estado y la fluctuación dinámica de la lámina de agua, determinando los balances hídricos a nivel mensual en condiciones de año hidrológico medio y en condición de año hidrológico húmedo. Así mismo, este levantamiento topobatemétrico consideró la construcción de un modelo digital del terreno el cual caracterizó la topografía del humedal, batimetrías tomadas en campo que evaluaron el nivel actual de la lámina de agua, y el análisis hidrológico que caracterizó las fluctuaciones dinámicas del cuerpo de agua en condiciones hidrológicas extremas, determinando su curvas cota-volumen y cota-área a partir del balances hídricos a largo plazo.

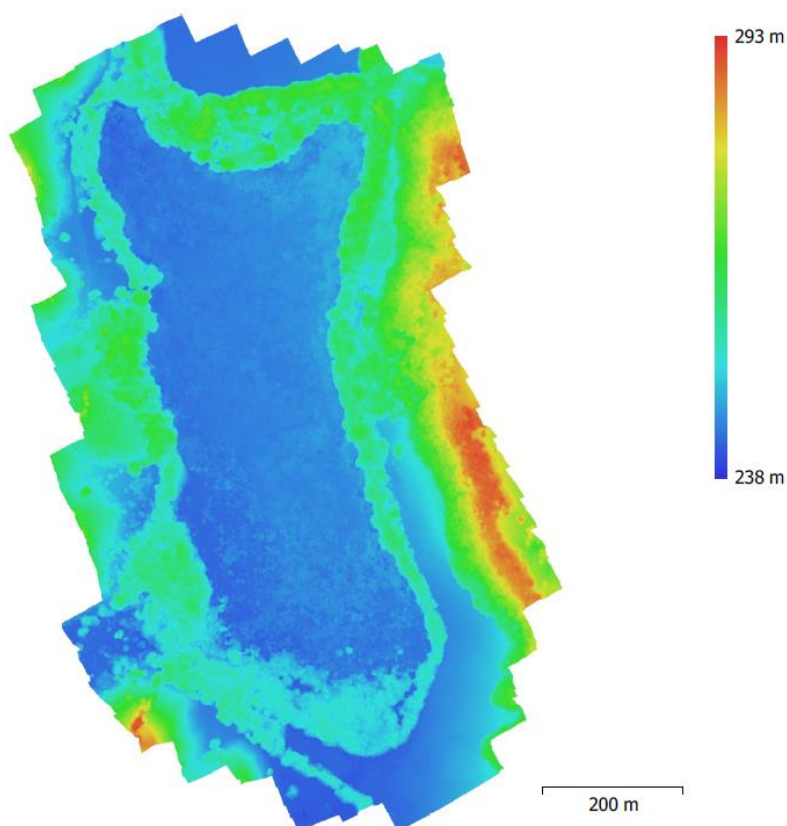
Con esta información, se espera brindar una herramienta de planificación y de toma de decisiones a la autoridad ambiental, con el fin de preservar la flora y

fauna silvestre asociada al humedal, así como las dinámicas ecológicas que allí ocurren y que son de vital importancia para el equilibrio de este ecosistema.

2.5.1. Levantamiento topobatimétrico para el humedal Toqui-Toqui. La topografía del humedal Toqui-Toqui fue generada con base en información de teledetección tomada por vehículos aéreos no tripulados (dron), con lo cual es posible disponer de productos a gran precisión y detalle, cubriendo zonas de difícil acceso. A partir de esto, se construyó un Modelo Digital del Terreno (MDT) el cual contempla las elevaciones de las coberturas dispuestas sobre el terreno (Figura 2-11).

Figura 2-11. Levantamiento topográfico del terreno para el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.





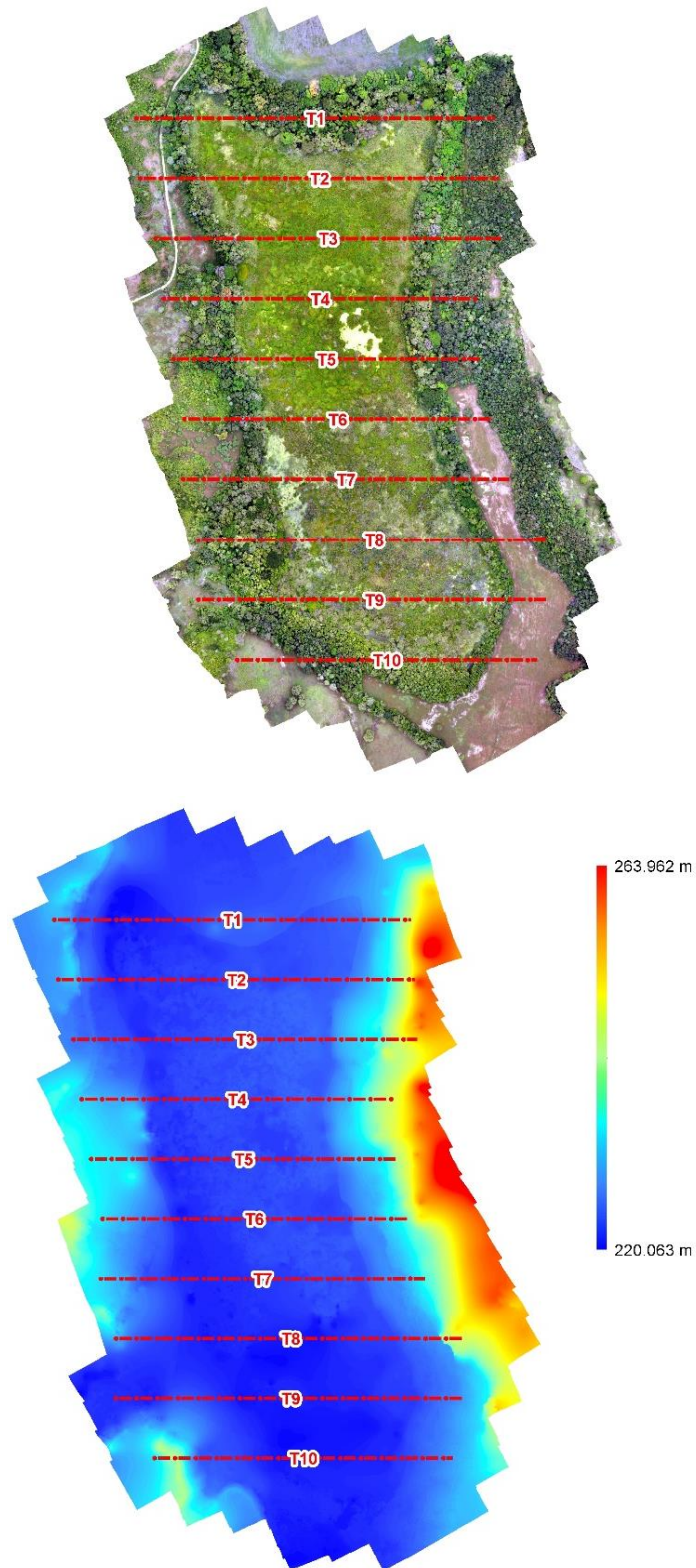
*Descripción: Ortofotomosaico (izquierda) y Modelo Digital del Terreno (derecha) generados para el humedal Toqui-Toqui.

Fuente: GIZ (2022)

Un primer ajuste realizado al MDT fue la depuración de las elevaciones de las coberturas superficiales, obteniendo un Modelo Digital de Elevación (MDE) el cual consideró solo las alturas de la superficie del terreno. Los valores de elevación proporcionados por el MDE expresan sus alturas a escala elipsoidal por lo que es necesario corregirlas de acuerdo con un modelo geopotencial el cual muestre las elevaciones residuales del modelo elipsoidal respecto al geoide. Para esto, se implementó el modelo geopotencial EGM08 corrigiendo las diferencias en la ondulación residual (Pavlis *et al.*, 2012).

La batimetría para el humedal Toqui-Toqui fue realizada a partir de la definición y espacialización de sitios de medición distribuidos sobre la superficie de la lámina de agua del humedal. Las mediciones en campo se desarrollaron tomando como principales variables la profundidad de la lámina al lecho del humedal y su georreferenciación cubriendo en su totalidad la superficie húmeda. Con la espacialización de los sitios de medición sobre los sistemas de información geográfica (SIG), se logra representar la topografía sobre el lecho del humedal, definiendo no solo la altura de la lámina de agua sino sus posibles fluctuaciones en área y volumen sobre este (Figura 2-14).

Figura 2-8. Modelo Topobatemétrico y distribución de perfiles (transectos) definidos para el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



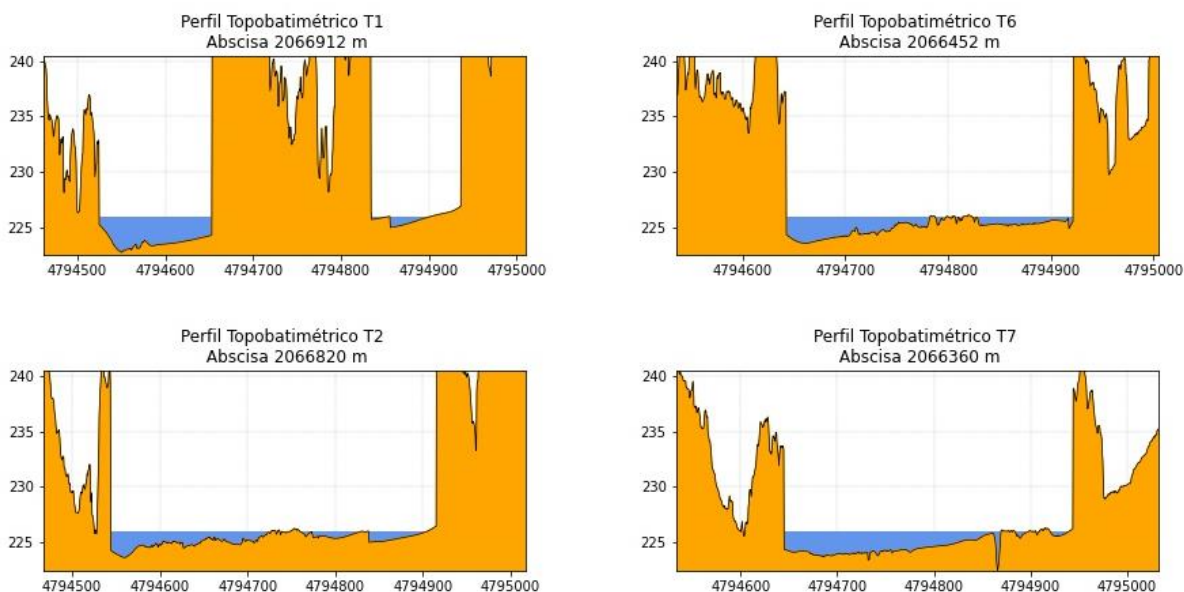
Fuente: GIZ (2022)

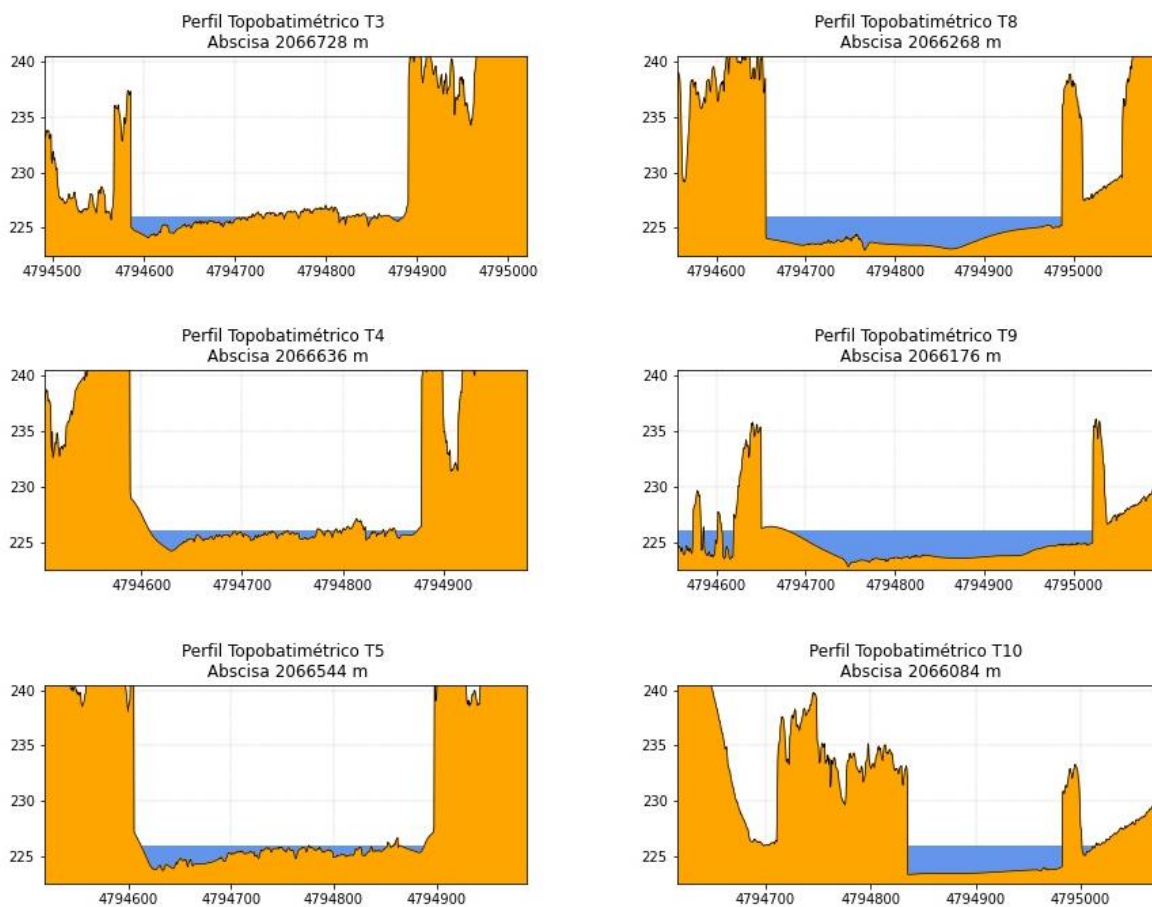
Disponer de mediciones puntuales sobre una superficie definida implica el uso de herramientas geoespaciales tales como los métodos de interpolación espacial, estimando equidistantemente las alturas sobre una malla regular predefinida. En el presente estudio, se implementó el método de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW) la cual toma el inverso de la distancia entre los puntos interpolados y medidos para estimar promedios ponderados en cada sitio de interés (Shepard, 1968), metodología ampliamente usada para estudios con escasa disponibilidad de información.

Como resultado se obtiene una representación espacial de la batimetría sobre el lecho del humedal que al superponerse con MDE construido por teledetección, resulta un modelo topográfico detallado de la superficie sin contar con las variaciones en profundidad de la lámina de agua (Figura 2-14).

Por último, se construyen transectos para describir de forma parcial la superficie húmeda del humedal Toqui-Toqui mediante perfiles topobatimétricos distribuidos a lo largo de su zona de influencia (Figura 2-14). En total se describieron diez (10) perfiles topobatimétricos, representando la altura de la lámina de agua con respecto a su topografía (Figura 2-15).

Figura 2-9. Perfiles topobatimétricos definidos para el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.





Fuente: GIZ (2022)

2.5.2. Balance hídrico de largo plazo. El balance hídrico permite evidenciar que el mes de mayo presenta el mayor volumen de almacenamiento de agua en el humedal, representado en 673.2 litros por m², y el mes con mayor reducción en agua superficial es febrero con un almacenamiento de 502.5 L/m² (Tabla 2-1). El año más húmedo corresponde al 2021, en el cual se observa que el mayor almacenamiento superficial de agua ocurre en el mes de noviembre con 779.7mm (Tabla 2-2).

Tabla 2-1. Balance Hídrico para el humedal Samán, Piedras-Tolima en el periodo 1990 a 2021.

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Precipitación (mm)	49.25	54.52	118.45	139.82	99.59	63.03	49.99	70.08	120.53	173.98	196.43	87.01
ETR (mm)	153.46	166.34	158.23	143.58	123.49	128.74	139.78	134.53	145.76	137.50	137.46	137.12

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
ET (mm)	105.9	114.8	109.2	99.1	85.2	88.8	96.4	92.8	100.6	94.9	94.8	94.6
Almacenamiento en Suelo (mm)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Almacenamiento Superficial (mm)	663.4	593.1	592.4	623.1	627.5	591.7	535.2	502.5	512.5	581.6	673.2	655.6
Déficit de agua (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: GIZ (2022)

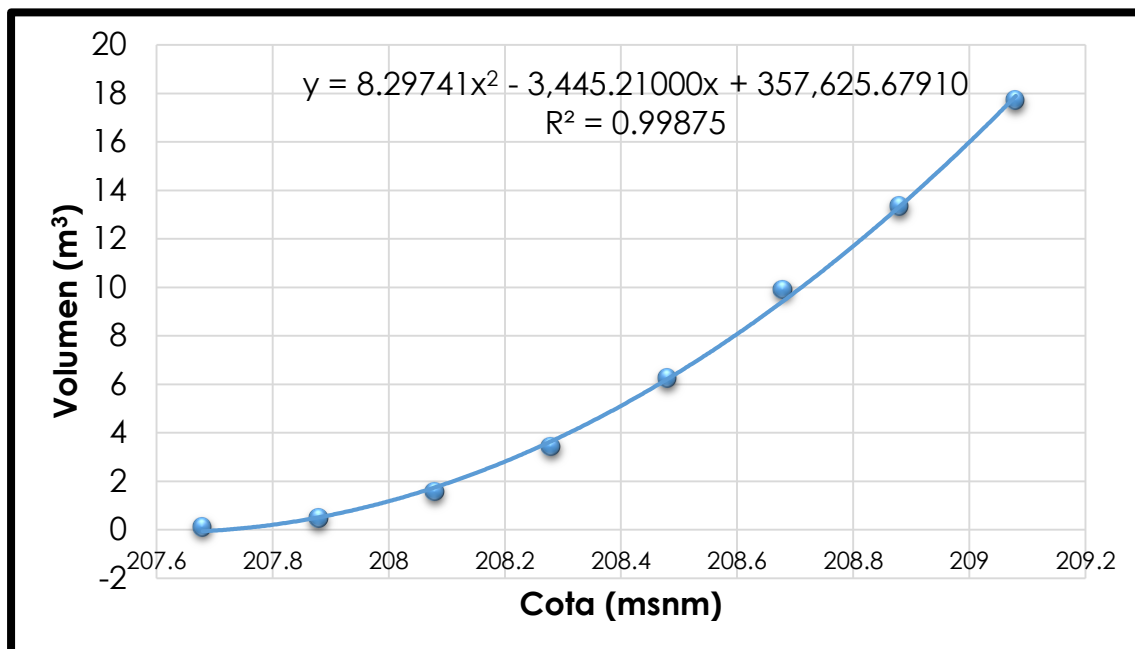
Tabla 2-2. Balance Hídrico para el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima en el año más húmedo del periodo de análisis (2021).

	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Precipitación (mm)	73.7	196.4	101.3	221.5	120.4	37	42.2	26.5	111.2	208.7	174.9	293.4
ETR (mm)	140.05	155.74	150.19	152.95	122.96	126.05	148.98	154.81	146.76	148.14	142.09	130.03
ET (mm)	119.0	132.4	127.7	130.0	104.5	107.1	126.6	131.6	124.7	125.9	120.8	110.5
Almacenamiento en Suelo (mm)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Almacenamiento Superficial (mm)	674.7	728.7	692.3	773.8	779.7	699.6	605.1	490.0	466.5	539.3	583.4	756.3
Déficit de agua (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: GIZ (2022)

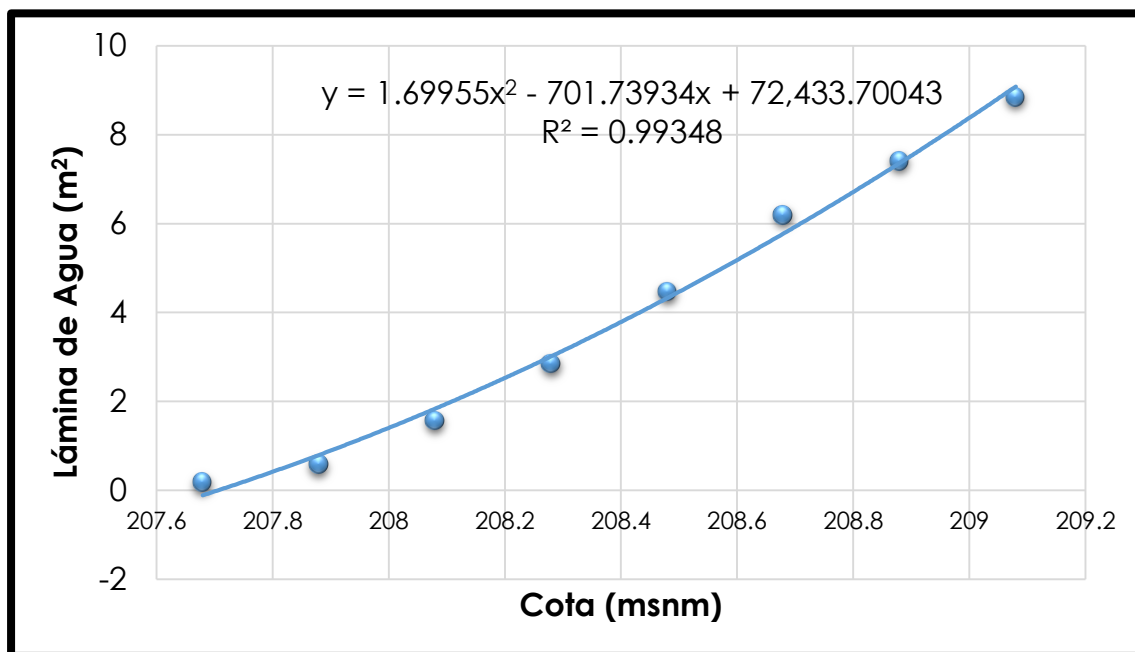
2.5.3. Curvas Cota - Volumen y Cota - Área. Con el fin de establecer la relación batimétrica entre el nivel de la lámina de agua expresada como cota topográfica y el volumen de almacenamiento y el área de la superficie de la lámina de agua se trazaron 10 secciones transversales a partir del modelo de elevación digital generado, calculando iterativamente para diferentes niveles hipotéticos de agua el volumen y área de la lámina de agua correspondiente, en cada caso se aplicó un modelo polinómico de ajuste como se presenta a continuación (Figura 2-16, Figura 2-17):

Figura 2-106. Curva topobatimétrica cota-volumen del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Figura 2-117. Curva topobatimétrica cota-área del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

2.5.2. Lámina de agua por condición hidrológica. Aplicando las anteriores relaciones se identificaron los niveles de la lámina de agua (cota) correspondiente al almacenamiento superficial de interés (mes seco, mes húmedo y mes húmedo del año más húmedo), en este caso se obtuvieron las siguientes láminas de agua (Tabla 2-3):

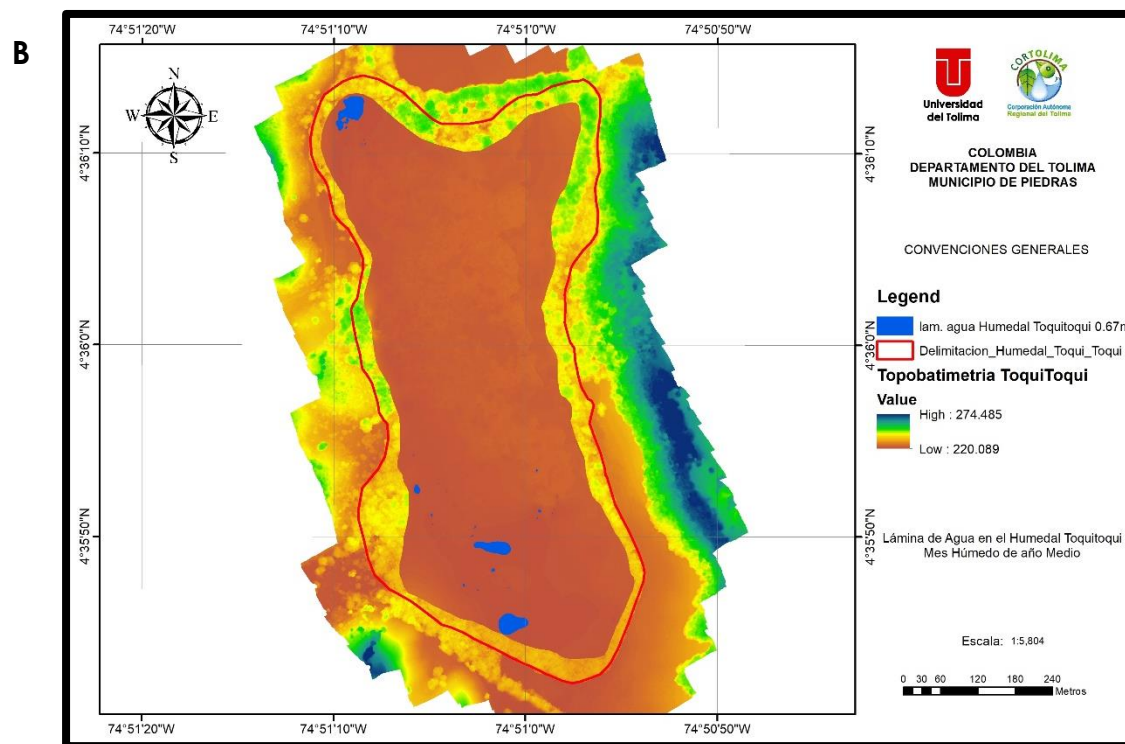
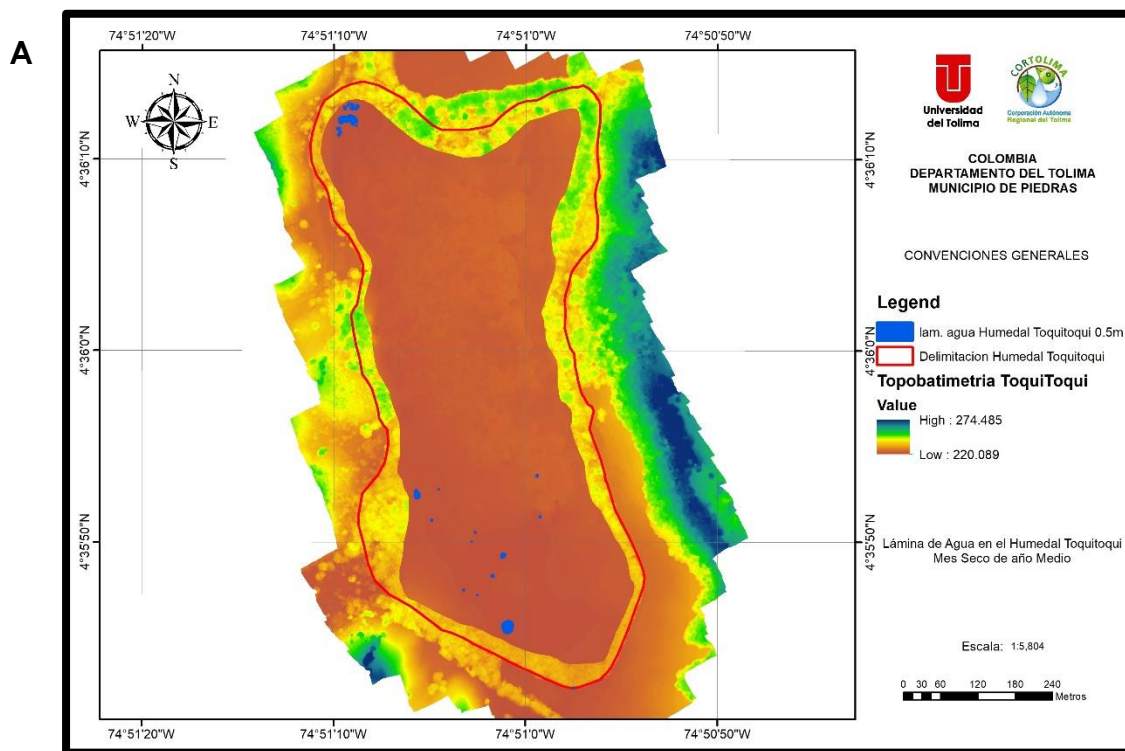
Tabla 2-3. Láminas de agua para las tres condiciones hidrológicas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

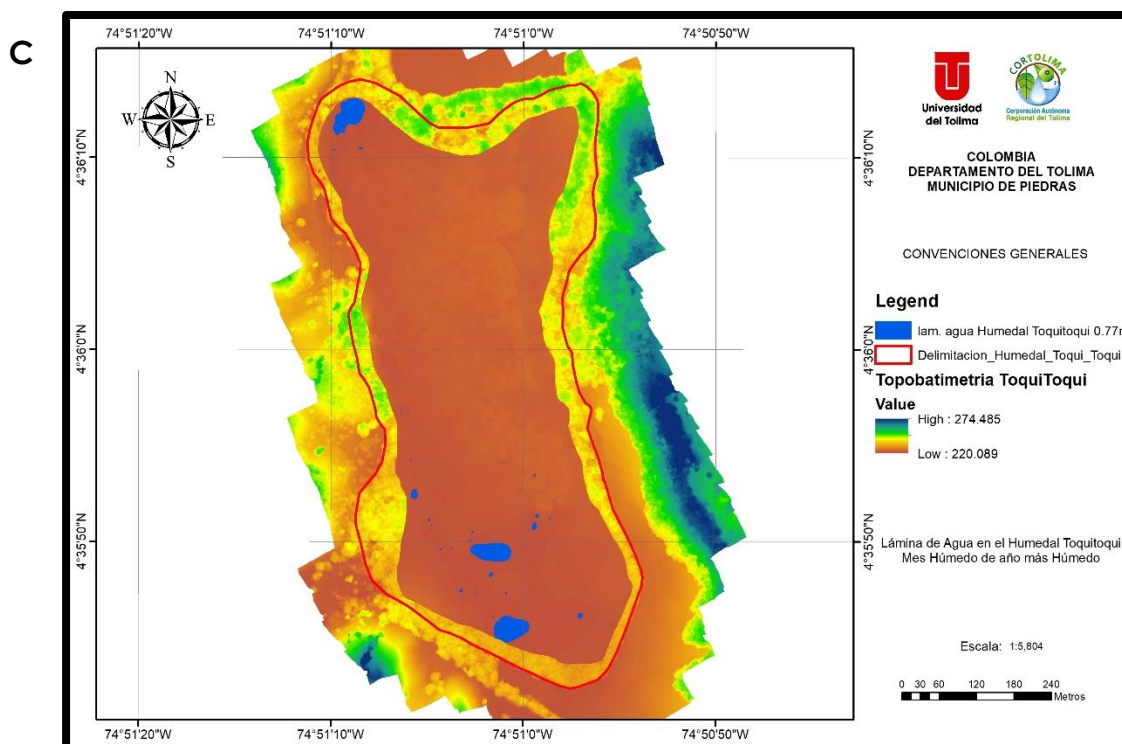
Condición Hidrológica	Cotas de lámina de agua (msnm)	Área de lámina de agua (Ha)	Perímetro de lámina de agua (km)
Mes seco (promedios mensuales multianuales)	222.8	0.064	0.34
Mes húmedo (promedios mensuales multianuales)	207.87	0.33	0.68
Mes húmedo (año histórico más húmedo)	207.97	0.52	0.86

Fuente: GIZ (2022)

El humedal presenta una extensa lámina de agua en relación con su área para tres condiciones hidrológicas (mes seco de año promedio, mes húmedo de año promedio y mes húmedo de año húmedo) en relación con la extensión del humedal, concentrando su ocurrencia distribuida por toda el área (Figura 2-18).

Figura 2-128. Distribución espacial de la lámina de agua en (A) mes seco de año promedio; (B) mes húmedo de año promedio; (C) mes húmedo de año húmedo (2008) en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



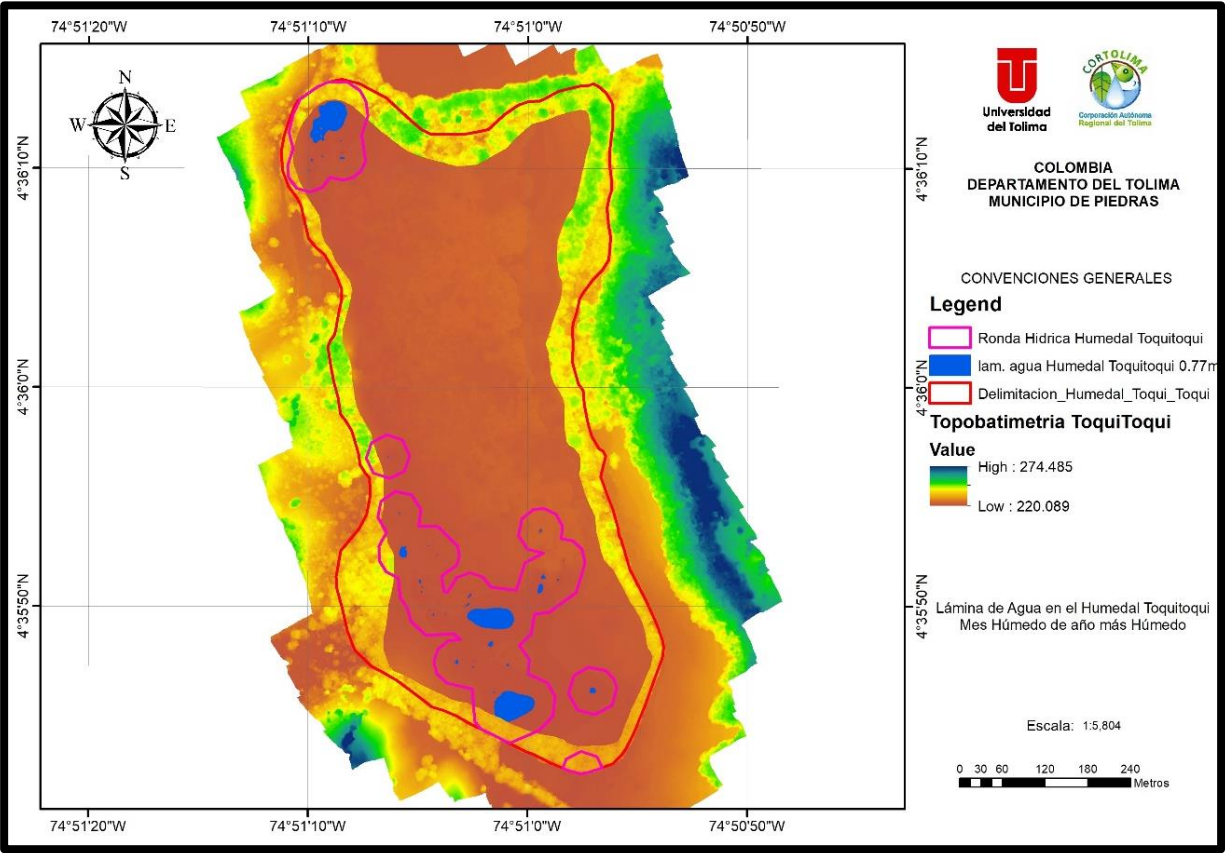


Fuente: GIZ (2022)

2.5.3. Ronda hídrica. Un humedal está constituido por el cuerpo de agua superficial, cuyo límite fluctúa según las condiciones hidrometeorológicas, y por áreas de transición, correspondientes a la ronda hidráulica y la zona de manejo y preservación ambiental. En este caso, la ronda hidráulica se definió como franja de 1 metro de ancho a partir del borde máximo de la lámina de agua sin exceder el límite geomorfológico del humedal, esta zona tiene como función la mitigación de riesgos, protección ambiental, y restauración ecológica, por lo que es fundamental para la estabilidad del ecosistema.

Por otro lado, la zona de manejo y preservación ambiental está definida como la franja de terreno de dominio público o privado adyacente a la ronda hidráulica, cuya función es el mantenimiento, protección, preservación y/o restauración ecológica del cuerpo de agua y ecosistemas aledaños, dicha zona se delimita entre la ronda hidráulica y el límite geomorfológico del humedal. Para el Humedal Toqui-Toqui, la franja de nivel máximo de las aguas es 0.52 hectáreas, la franja de ronda hidráulica es **8.09** hectáreas y la franja de manejo y preservación ambiental es 34.19 hectáreas (Figura 2-19).

Figura 13-19. Ronda Hídrica del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

CAPÍTULO 3.

COMPONENTE BIÓTICO

3. COMPONENTE BIÓTICO

3.1. FLORA

3.1.1. Marco teórico.

- **Fitoplancton.** El fitoplancton constituye un ensamble de organismos planctónicos en su mayoría fotoautotróficos, adaptados a la suspensión en aguas abiertas de los ecosistemas lénticos, lóticos y marinos, sometido a movimiento pasivo por el viento y las corrientes, que comúnmente se presentan la superficie del agua o completan una porción de sus ciclos vitales en dicha zona. La mayoría de estos organismos son utilizados como indicadores de la calidad del agua (Roldan y Ramírez, 2008).

A. *División Cyanophyta.* Las algas verdeazules denominadas Cyanobacteria, dada su afinidad con las bacterias respecto a la organización procariótica, sin embargo, el tamaño es su diferencia fundamental, pues las algas verdeazules son de mayor tamaño que aquellas y Adicionalmente, las algas son productores primarios del plancton, mientras que muy pocas bacterias lo son (Ramírez, 2000).

Dentro de las características ecológicas de las cianófitas se encuentra la temperatura óptima de desarrollo que oscila entre 35 y 40°C (Palmer, 1962). Crecen normalmente en medios alcalinos, y sus poblaciones fluctúan dependiendo de la relación de concentración del nitrógeno y el fósforo. Estas algas se multiplican especialmente en situaciones marginales o cambiantes, por ello, se ha generalizado el concepto de que la presencia del florecimiento de concentraciones de cianófitas en ecosistemas de agua dulce indica eutrofización avanzada (Ramírez, 2000).

La capacidad de fijar nitrógeno N_2 confieren a las cianófitas que la poseen un significado especial en el medio acuático, pues regula la relación entre el fósforo y el nitrógeno de las aguas (Ramírez, 2000).

B. *División Euglenophyta.* Puede decirse que los organismos pertenecientes a esta división son casi enteramente dulceacuícolas, aunque unos pocos representantes son de ambientes estuarinos y marinos. Los euglenoides se encuentran normalmente en pequeños cuerpos de agua ricos en materia orgánica y, en general, son organismos unicelulares solitarios, a excepción del género colonial llamado Colacium (Ramírez, 2000).

Poseen diferentes formas de nutrición: holofítica, holozoica o saprofítica. En todos los casos, el material de reserva se denomina paramilon y se almacena en

corpúsculos, llamados pirenoides, de forma característica para cada especie dada. Muchas especies tienen uno o dos pirenoides, otras poseen en la parte delantera de la célula una mancha ocular llamada estigma, la cual les sirve en la orientación (Ramírez, 2000). En general, se considera que las euglenofitas cumplen un papel menor en los lagos tropicales, donde se hallan normalmente varias especies de *Trachelomonas* (Lewis, 1978).

C. *División Chrysophyta*. Las crisofitas se conocen también como algas pardoamarillas. Son organismos unicelulares, coloniales o filamentosos, y sus células pueden estar incluidas dentro de una pared celular a veces rodeada de silicio o pueden permanecer desnudas. Almacenan una serie de sustancias de reserva: crisosa, crisolaminarina, leucosina y lípidos, pero nunca almidón. De las seis clases que posee la división, Chrysophyceae y Bacillariophyceae son las más importantes, desde el punto de vista cuantitativo, en los ecosistemas lacustres dulceacuícolas (Ramírez, 2000).

Las Chrysophyceae o algas doradas son, en su mayoría, flageladas, y pueden existir solas o en colonias. El grupo como tal predomina en aguas dulces y se presenta poco en aguas salobres o saladas. La mayoría son fototróficas, pero algunas pueden ser mixotróficas y holozoicas (Ramírez, 2000).

D. *División Pyrrhophyta*. Estas algas son llamadas dinoflageladas y se presentan en formas marinas, salobres y dulces. La forma prevaleciente de la división es la biflagelada, pero también se presentan formas no móviles. Poseen nutrición diversificada: fotosintética, heterotrófica, saprofítica, parasítica, simbiótica y holozoica; además, muchas son auxotróficas para varias vitaminas. El núcleo presenta características inusuales de procariotes y eucariotes, recibiendo por ello el nombre de mesocariótico (Ramírez, 2000). Los organismos con pared celular se llaman tecados y tienen dos mitades que se encuentran a lado y lado del cíngulo: una epiteca o teca superior y una hipoteca o teca inferior. La pared puede ser homogénea o puede tener placas en un número definido, y su ordenamiento y número de las placas es fundamental en sistemática (Ramírez, 2000).

En los dinoflagelados desnudos o sin teca, *Gimnodinium* por ejemplo, las valvas anterior y posterior se llaman epivalva e hipovalva, respectivamente (Ramírez, 2000). Este grupo tiene una importancia similar a las Cryptophyta en el plancton de la mayoría de los lagos tropicales, ya que están casi siempre presentes, aunque generalmente en poca abundancia (Lewis y Riehl, 1982).

E. *División Chlorophyta*. Estos organismos constituyen uno de los mayores grupos de algas, si se tiene en cuenta su abundancia en géneros y especies, al

igual que su frecuencia y ocurrencia. Crecen en aguas de amplio rango de salinidad; pueden ser planctónicos o bentónicos, o pueden presentarse en hábitats subaéreos. Es común que posean talos unicelulares, coloniales cenóbicos o no cenóbicos, filamentosos ramificados o no, membranosos, de forma laminar o tubular (Ramírez, 2000).

Las células son, en su mayoría, uninucleadas, pero existen formas multinucleadas o cenocíticas. Su organela más conspicua es el cloroplasto el cual, aunque posee una gran variedad, casi siempre adopta dos formas básicas (Ramírez, 2000). Para las algas verdes el punto óptimo de temperatura se encuentra entre 30 y 35°C y el pH óptimo para cada especie es variable, dada la complejidad del grupo como tal. Pueden hallarse organismos que crecen en gran número bajo un pH ácido, como en el caso de las desmidiáceas, cuyo pH está entre 5.4 y 6.8; o con un pH básico, como en las pertenecientes al orden Chlorococcales.

- **Generalidades y diversidad de la flora en Colombia.** Las plantas albergan una variedad de organismos autótrofos, los cuales bajo la clasificación actual están comprendidos por los siguientes grupos taxonómicos: Las algas verdes, Hepáticas, Briofitos, Antoceros, Licofitas, Monilofitas, Gimnospermas y Angiospermas, de las cuales las Licofitas, Monilofitas, Gimnospermas y Angiospermas conforman el grupo de las denominadas plantas vasculares (Simpson, 2019). La diversidad de plantas vasculares de la tierra se estima que está entre las 223, 000 y las 420, 000 especies (Goaverts, 2003).

La superficie suramericana alberga cerca de 90, 000 especies y se estima que en el norte de los andes se encuentra el 55% de la flora suramericana y el 22% de la flora mundial, por tal motivo es considerado un hotspot de biodiversidad (Myers *et al.*, 2000; Jørgensen *et al.*, 2011). En Colombia se ha estimado que el número de especies de plantas vasculares está cerca de las 24, 405 especies (Jørgensen *et al.*, 2011) y el número de angiospermas cerca de las 23, 000 especies (Rangel-Ch, 2015). En el Tolima el número de angiospermas está estimado en 2, 724 especies (Bernal *et al.*, 2019) y para el bosque seco tropical dentro de los límites políticos del departamento se reportan 1, 048 especies distribuidas dentro de 112 familias (Villanueva *et al.*, 2014).

- **Flora como indicadora de la calidad del hábitat.** El rol de la vegetación es muy importante para su funcionamiento, debido a proveer hábitat, alimento para la fauna, formación de suelo, regulación del agua, regulación de la materia, fotosíntesis y regulación del clima (Beltran, 2012). La pérdida de la cobertura del bosque tropical debido a la ampliación de la frontera agrícola y la deforestación ha causado efectos adversos que han derivado en aumento de la temperatura anual, aumento de las lluvias torrenciales, de sequías en algunas partes del mundo y de las inundaciones, estos impactos negativos

pueden ser mitigados o disminuidos cuando la cobertura vegetal aumenta por la acción amortiguadora de los bosques frente a una superficie sin cobertura forestal (Balvanera, 2012; FAO y PNUMA, 2020).

Los bosques secos tropicales en buen estado han estado asociados a disponibilidad de aguas limpias, mantenimientos de la fertilidad del suelo, regulación climática, control de inundaciones, bioregulación, y fuente de opciones para sustentar la biodiversidad vegetal en el futuro (Maass *et al.*, 2005).

- **Flora asociada a los humedales de zonas bajas del Tolima.** El Bosque Seco Tropical (Bs-T) es un ecosistema ubicado en regiones de estaciones secas largas y períodos de abundante precipitación, en los cuales el clima es cálido durante el transcurso del año (Bocanegra-González *et al.*, 2019). La mitad de la cobertura del Bs-T remanente se encuentra en el continente suramericano y en Colombia ocupa la costa caribe y los valles interandinos del norte de Sudamérica con niveles intermedios de riqueza de especies (Latin American and Caribbean Seasonally Dry Tropical Forest Floristic Network [DRYFLOR], 2016).

Así mismo, este bosque es considerado uno de los ecosistemas más amenazados (Miles *et al.*, 2006) y en Colombia está distribuido en parches de bosque desde la región Caribe hasta enclave del río Patía al suroccidente del país (Pizano y García, 2014). Por tal motivo el Bs-T ha sido priorizado para adelantar estrategias de conservación (DRYFLOR, 2016; Bocanegra-González *et al.*, 2018).

A pesar de ser indicado como prioritario, actualmente la representación en el sistema nacional colombiano de áreas protegidas (SINAP) es bajo y sumado a la poca información sobre su biodiversidad se han limitado las estrategias para adelantar su conservación y recuperación, pero se destacan los esfuerzos por continuar caracterizando la flora y la diversidad de especies a nivel local (Bocanegra-González *et al.*, 2019).

La riqueza de especies en el Bs-T para Colombia se registró en 2, 569 especies, con cerca de 1, 426 especies reportadas para el Valle del Magdalena. El 90% de las especies son nativas, y las familias Fabaceae, Rubiaceae, Malvaceae, Poaceae y Orchidaceae son las más abundantes. Entre las especies más frecuentes se registran *Acalypha diversifolia*, *Cecropia angustifolia*, *Cissus verticilada* y *Solanum americanum* (Pizano *et al.*, 2014).

Para el Tolima, las familias más abundantes son Fabaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Malvaceae y Rubiaceae. En cuanto a los géneros, los más abundantes son *Croton*, *Ficus*, *Piper* y *Trichillia*. La flora del Bs-T para el departamento del Tolima se encuentra concentrada en relictos boscosos y aún es necesario seguir adelantando estudios tanto en el Bs-T como en sus ecosistemas asociados (Villanueva *et al.*, 2014).

Las plantas del Bs-T despliegan también rasgos funcionales asociados con la velocidad de crecimiento, defensa contra herbívora, control de agua y control de la temperatura tanto en las hojas como en el tronco, estos rasgos que aún continúan en estudio son fundamentales para entender y predecir la respuesta y adaptabilidad del Bs-T al cambio climático y a las constantes presiones antropogénicas que transforman a estos bosques (Pizano *et al.*, 2014).

3.1.2. Metodología.

3.1.2.1. *Fitoplancton.*

- **Métodos de campo.** Se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para fitoplancton de 25 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona, con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro.

La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de un metro, el poro de la red es de 25 μ y un vaso receptor de un litro de capacidad.

La red se mantiene de manera subsuperficial por un tiempo de cinco minutos y a una velocidad constante y arrastres lineales (Figura 3-1), en total en el humedal se hicieron tres arrastres en áreas distintas (Borde 1, Borde 2 y Centro). Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10%. Adicionalmente, se elaboró una ficha de campo en donde se registraron los datos de la localidad y del hábitat de la zona muestreada, además cada una de las estaciones fue descrita y georeferenciada con GPS marca GARMIN-60CSx.

- **Métodos de laboratorio.** Se realizó la determinación y conteo de plancton con la ayuda de un microscopio óptico Motic BA-210, usando la cámara de conteo Sedgwick-Rafter (SR), que limita el área y volumen, permitiendo calcular las densidades poblacionales después de un período de asentamiento considerable, mediante un conteo en bandas. Finalmente, la densidad de células por unidad de área será calculada siguiendo la fórmula (APHA, 1992 Ramírez, 2000):

$$\text{Organismos/mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Donde:

N= Número de organismos contados,

A_t = Área total de la cámara (mm^2)

V_t = Volumen total de la muestra en suspensión

A_c = Área contada (bandas o campos) (mm^2)

V_s = Volumen usado en la cámara (ml)

A_s = Área del sustrato o superficie raspada (mm^2)

Figura 3-1. Método de muestreo utilizado en la colecta de fitoplancton en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

Para el conteo se analizaron 30 campos en un ml de cada una de las muestras colectadas. Los organismos fueron observados bajo un microscopio óptico Motic BA-210, con el objetivo de 40X, y se obtuvo la medida de la densidad de organismos presentada como individuos por metro cuadrado (m^2), para ello se utilizó el método de conteo de bandas por campos aleatorios descrito por APHA (2012) y Ramírez, (2000).

La identificación taxonómica de las algas se hizo siguiendo las claves de Yacubson (1969), Prescott (1973), Needham y Needham (1978), Streble y Krauter (1987), Lopretto y Tell (1995), Ramírez (2000), y Bellinger y Sigee (2010). Además, se soportó la determinación de las algas con la base de datos electrónica.

3.1.2.2. Flora.

- **Métodos de campo.** La colecta del material biológico se realizó mediante el uso de la técnica propuesta por Villareal *et al.* (2004), RAP (Rapid Assessment Program). Se trazaron transectos de 50 x 2 metros, teniendo presente a los individuos con DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) ≥ 1 centímetro a lo largo, altura total, número de colección y observaciones generales. Se colectaron muestras botánicas provenientes de especies herbáceas, arbustivas y leñosas presentes. Registros fotográficos y levantamiento de información morfológica fueron realizados para cada muestra colectada (Figura 3-2). Las muestras fueron preservadas prensadas en papel periódico en alcohol al 75% de acuerdo con lo propuesto por Esquivel (1997), luego fueron transportadas hasta el Herbario TOLI de la Universidad del Tolima (Figura 3-2).

Figura 3-2. Metodología de colecta de muestras en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

- **Métodos de laboratorio.** Las muestras fueron trasladadas al herbario TOLI de la Universidad del Tolima para su secado en horno (Figura 3-3). Una vez secas, mediante claves botánicas (Gentry, 1993; Keller, 1996; Vargas, 2002), consultas con expertos, bases de datos de herbarios digitales, el catálogo de plantas de Colombia y libros, las plantas colectadas se caracterizaron y determinaron. Solamente las muestras fértiles (aquellas con presencias de flores, frutos e inflorescencias) fueron escogidas para ingreso al herbario TOLI de la Universidad del Tolima.

- **Análisis de datos.** La búsqueda de información secundaria fue realizada en diferentes bases de datos como Google académico, Science Direct, Springer, Jstor, Wiley, Redalyc, Scielo, Worldfloraonline, Tropicos, Catálogo de plantas de Colombia, empleando palabras claves como: flora, bosque tropical, bosque seco, bosque húmedo, seasonally tropical dry forest. Para la búsqueda de material bibliográfico en inglés se emplearon marcadores booleanos (ej., or, not, and).

Figura 3-3. Secado de muestras en el Herbario TOLI de la Universidad del Tolima procedentes del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

A. *Composición y abundancia de especies.* Se calculó la abundancia relativa (AR) para las especies presentes, y la riqueza específica para las categorías taxonómicas de orden, familia, género y especie. Se determinó a partir del número de individuos colectados de cada especie y su relación con el número total de individuos de la muestra, así:

$$\% AR = (n1 / N) \times 100.$$

Dónde: AR= Número de individuos de cada especie en la muestra x 100; n1= El número de individuos registrados de cada taxón; N= Total de individuos en la muestra.

B. *Categorías ecológicas y especies de interés para la conservación.* Fue elaborada una tabla donde se incluyó las categorías ecológicas de las especies determinadas y el grado de amenaza.

3.1.1. Resultados-Flora presente en el humedal. (Anexo A)

3.1.1.1. *Fitoplancton.*

A. *Composición y abundancia de especies.* Se colectaron un total de 2286 organismos distribuidos en cinco filos, seis clases, diez órdenes y 38 géneros (Tabla 3-1), siendo Bacillariophyceae la clase más abundante con 63.82%, confirmando el cosmopolitismo de este grupo (Margalef, 1983), localizándose en ambientes lóticos o lénticos, a altas o bajas temperaturas y con la capacidad de adaptarse a ambientes ribereños inestables (Pérez, 2002).

Seguidamente se encontró la clase Chlorophyceae con una abundancia de 20.60%; en tercer lugar se encontró la clase Cyanophyceae con 10.32%, la presencia de estos organismos se da con un mayor desarrollo en lugares donde las corrientes y la materia orgánica se encuentra en cantidades altas (Acs y Kiss, 1993), y la clase Euglenophyceae con 101 individuos (4.42%). En contraste, se evidenció que las clases de menor abundancia fueron la Chrysophyceae con 0,66% y la clase Dinophyceae con 0.17%, consideradas especies raras en este tipo de ambientes (Margalef, 1983).

Tabla 3-1. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton registrados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Phyllum	Clase	Género	Or/ml	AR%
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Actinastrum</i>	9	0.39
		<i>Asterococcus</i>	30	1.31
		<i>Chaetophora</i>	9	0.39
		<i>Chroococcus</i>	13	0.57
		<i>Closterium</i>	45	1.97
		<i>Cosmarium</i>	13	0.57
		<i>Crucigenia</i>	2	0.09
		<i>Dactylococcopsis</i>	28	1.22
		<i>Gonatozygon</i>	2	0.09
		<i>Kirchneriella</i>	2	0.09
		<i>Microspora</i>	30	1.31
		<i>Oedogonium</i>	24	1.05
		<i>Oocystis</i>	15	0.66
		<i>Scenedesmus</i>	15	0.66
		<i>Staurastrum</i>	4	0.17
		<i>Volvox</i>	221	9.67
		<i>Zygnema sp.</i>	9	0.39
Chrysophyta	Bacillariophyceae	<i>Cymbella</i>	17	0.74

Phyllum	Clase	Género	Or/ml	AR%
		<i>Eunotia</i>	4	0.17
		<i>Fragillaria</i>	191	8.36
		<i>Frustulia</i>	245	10.72
		<i>Gomphonema</i>	32	1.40
		<i>Navicula</i>	765	33.46
		<i>Nitzschia</i>	19	0.83
		<i>Pinnularia</i>	103	4.51
		<i>Surirella</i>	2	0.09
		<i>Synedra</i>	19	0.83
		<i>Tabellaria</i>	62	2.71
Pyrrophyta	Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i>	15	0.66
		<i>Glenodinium</i>	2	0.09
		<i>Peridinium</i>	2	0.09
Cyanophyta	Cyanophyceae	<i>Anabaen</i>	19	0.83
		<i>Oscillatoria</i>	185	8.09
		<i>Spirogyra</i>	15	0.66
		<i>Spirulina</i>	17	0.74
Euglenophyta	Euglenophyceae	<i>Trachelomona</i>	45	1.97
		<i>Euglena</i>	9	0.39
		<i>Phacus</i>	47	2.06

Fuente: GIZ (2016)

3.1.1.2. Flora.

A. *Composición y abundancia de especies.* Se registró un total de 69 individuos agrupados en 24 especies, 23 géneros, 19 familias y 15 órdenes. La mayor representatividad de familias fue para el orden Malpighiales. Las familias con mayor representatividad fueron Fabaceae, Malvaceae y Euphorbiaceae (Tabla 3-2).

Tabla 3-2. Abundancia relativa de las especies de flora registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Orden	Familia	Género	Especie	AR%
Alismatales	Araceae	Monstera	<i>Monstera aff. Adansonii</i>	8.7
Arecales	Arecaceae	Attalea	<i>Attalea sp</i>	1.45
			<i>Arecaceae sp 1</i>	1.45
Boraginales	Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	1.45
Caryophyllales	Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris americana</i>	8.7
Fabales	Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium sp</i>	1.45

Orden	Familia	Género	Especie	AR%
		Fabaceae	<i>Fabaceae sp 1</i>	1.45
		Machaerium	<i>Machaerium capote</i>	2.9
Gentianales	Apocynaceae	Stemmadenia	<i>Stemmadenia aff grandiflora</i>	2.9
	Rubiaceae	Randia	<i>Randia aculeata</i>	1.45
Lamiales	Bignoniaceae	Martinella	<i>Martinella cf obovata</i>	4.35
Liliales	Smilacaceae	Smilax	<i>Smilax sp</i>	1.45
	Erythroxylaceae	Erythroxylon	<i>Erythroxylon aff hondensis</i>	2.9
	Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha diversifolia</i>	5.8
Malpighiales		Dalechampia	<i>Dalechampia karsteniana</i>	1.45
	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia corymbosa</i>	2.9
	Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	2.9
Malvales		Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.8
Myrtales	Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia sp</i>	5.8
Pandanales	Cyclanthaceae	Carludovica	<i>Carludovica sp</i>	1.45
Piperales	Piperaceae	Piper	<i>Piper sp</i>	2.9
Rosales	Moraceae	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	1.45
	Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>	26.09
Spindales	Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	2.9

Fuente: GIZ (2022)

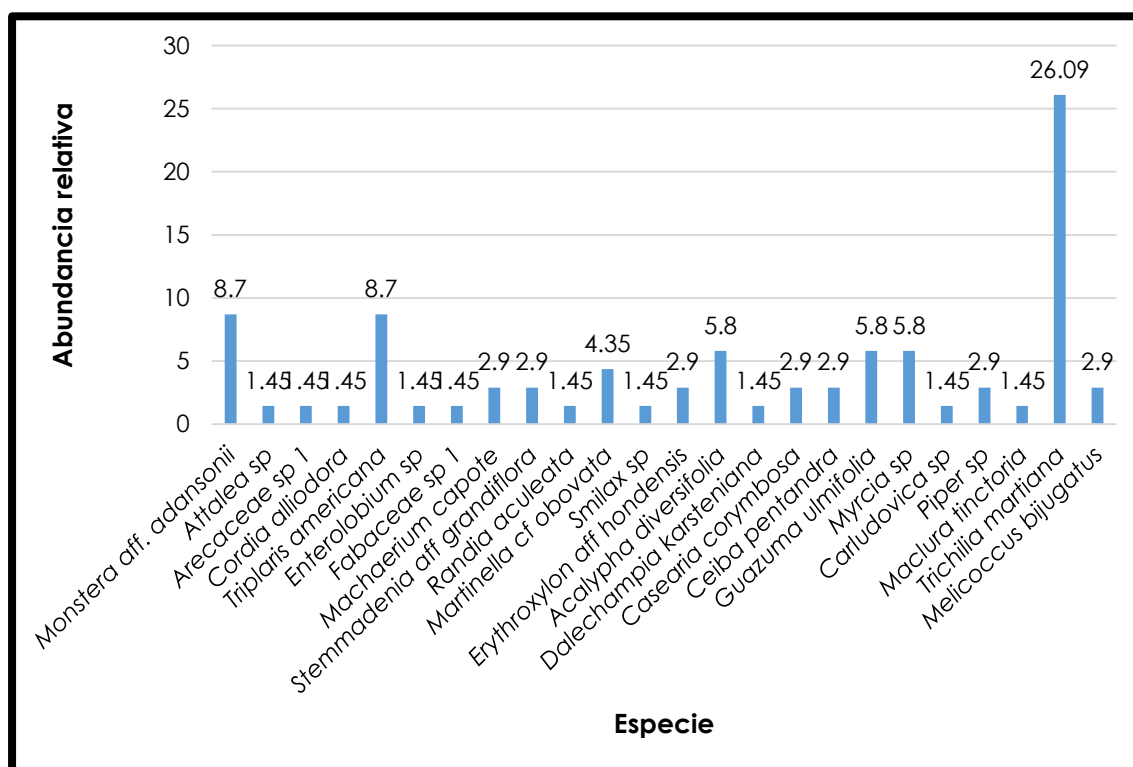
El orden Malpighiales se ha estimado en contener alrededor del 4.5% de la diversidad total de angiospermas (Magallón *et al.*, 1999; Stevens, 2022), además de ser grupos ricos en especies, con un total de 16, 065 registradas a nivel mundial (Cole *et al.*, 2019). Para el Tolima este orden alberga un total de 200 especies (Bernal *et al.*, 2019) (Figura 3-4).

Las familias Fabaceae, Malvaceae y Euphorbiaceae son familias que en conjunto contienen cerca de 30, 550 especies a nivel mundial (Stevens, 2017) y 306 especies para el Tolima, correspondiente a un 11.23% del total de angiospermas presentes en el departamento (Bernal *et al.*, 2019).

Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Trichilia martiana* (26.09%), *Monstera aff. adansonii* (8.7%) y *Triplaris americana* (8.7%). La especie *T. martiana* se distribuye desde el sur de México hasta el sudeste brasilero con preferencia de bosques secos y premontanos (Pennington, 2016), desde los 20 hasta los 1, 020 metros sobre el nivel del mar (Bernal *et al.*, 2016). Esta especie no fue reportada con algún potencial uso como facilitadora en procesos de restauración ecológica, sin embargo, si hay reportes de otras especies de este género (Torres-Rodríguez *et al.*, 2019) que sugieren que pueda ser utilizada para tales fines. La especie *M. adansonii* es una hemiepífita de distribución neotropical, nativa de Colombia que crece hasta los 2500 metros (Bernal *et al.*, 2019).

La especie *T. americana* de distribución neotropical, crece hasta los 2000 m (Bernal *et al.*, 2019). Especies del género *Triplaris* han sido reportadas con excelentes propiedades óptimas para restauración ecológica, donde, se destaca su potencial de dispersión alto, potencial de dispersión vegetativa, aporte a la estructura del bosque, tolerancia a condiciones de sitios secos y, además, indicada para ser priorizada en escenarios de regeneración de arbustales y bosques (León-Finalé, 2016; Torres-Rodríguez *et al.*, 2019).

Figura 3-4. Abundancia relativa de las especies de flora registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Vale la pena destacar la presencia de especies como *Ceiba pentandra*, *Guazuma ulmifolia*, *Machaerium capote* y *Enterolobium sp*, las cuales son especies clave para adelantar estrategias de restauración ecológica en escenarios de áreas con fuerte impacto antrópico (Torres-Rodríguez *et al.*, 2019; Gerber *et al.*, 2020).

Tanto en el estudio realizado en el humedal en el año 2016 como en el presente estudio, las familias Fabaceae y Euphorbiaceae fueron reportadas como las más representativas (GIZ, 2016), sin embargo, en el estudio anterior fueron reportadas para la familia Fabaceae las especies *Desmodium incanum*, *Pithecellbium dulce*,

Albizia saman y *Senegalia sp.* Para la familia Euphorbiaceae fueron reportadas las especies *Cnidoscolus urens* y *Euphorbia hirta*. Vale la pena destacar el registro de especies de porte arbóreo en el presente estudio para la familia Malvaceae en contraste con las especies de porte herbáceo *Sida linifolia* y *Sida abutifolia* registradas en el estudio anterior (GIZ, 2016).

B. *Especies de interés para la conservación.* La vegetación del humedal Toqui-Toqui registra siete especies en la categoría de preocupación menor (LC) y nueve se encuentran como no evaluadas (Tabla 3-3). A pesar de las especies no estar en algún grado de amenaza serio, todas ellas son nativas para Colombia (Bernal *et al.*, 2019) y el ecosistema donde se encuentra el humedal que corresponde (bosque seco tropical) está considerado en estado crítico (Pizano *et al.*, 2014).

Tabla 3-3. Especies de interés para la conservación de flora registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima. IUCN: preocupación menor (LC).

Orden	Familia	Especies	CITES	IUCN
Alismatales	Araceae	<i>Monstera aff. adansonii</i>	NE	LC
Boraginales	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	NE	NE
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	NE	NE
Fabales	Fabaceae	<i>Machaerium capote</i>	NE	LC
Gentianales	Apocynaceae	<i>Stemmadenia aff. grandiflora</i>	NE	NE
	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	NE	NE
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Martinella cf. obovata</i>	NE	LC
Malpighiales	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylon aff. hondensis</i>	NE	NE
	Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	NE	LC
		<i>Dalechampia karsteniana</i>	NE	NE
	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	NE	NE
Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	NE	NE
		<i>Guazuma ulmifolia</i>	NE	LC
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	NE	LC
Spindales	Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i>	NE	LC
	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	NE	NE

*NE: No evaluado o no aplica.

Fuente: GIZ (2022)

3.2. FAUNA

3.2.1. Marco teórico.

3.2.1.1. *Zooplankton*.

- **Generalidades y diversidad de zooplankton en Colombia.** Está representado por especies de varios filos: protozoarios, rotíferos, celenterados, briozoarios y sobre todo por algunos grupos de crustáceos tales como los cladóceros, los copépodos y los ostrácodos. Cabe citar también las larvas de muchos insectos y los huevos y larvas de peces. La mayoría de organismos que pertenecen al zooplankton se alimentan de otros animales más pequeños. El zooplankton está compuesto, desde el punto de vista trófico, por consumidores primarios herbívoros y consumidores secundarios (Marcano, 2003).

Con respecto a las especies que habitan las aguas dulces, se ha observado una característica muy peculiar y es que la mayoría son cosmopolitas; por tanto, es frecuente encontrar algunas especies en latitudes y climas muy diferentes. Así se ha comprobado que existen muchas especies que se encuentran en los lagos de Europa que se encuentran también en los lagos de Norteamérica. Muchas especies de aguas dulces templadas que se encuentran también en aguas tropicales. Los grupos de seres vivos que presentan especies con mayor grado de cosmopolismo son: las diatomeas, los dinoflagelados, las clorofíceas, los protozoarios y los copépodos (Marcano, 2003).

A. *Rotíferos*. Los rotíferos son un filo de animales metazoarios invertebrados, microscópicos, con simetría bilateral, segmentación aparente, porción caudal ahorquillados y cubiertos las hembras de una cutícula endurecida, la lorica. Lo más llamativo de estos animales es un órgano distorsional en el extremo anterior, con muchas pestañas o cilios, que produce un movimiento aparentemente rotatorio y que utiliza para nadar o atraer el alimento. Son unisexuales; los machos carecen de lorica, son diminutos o degenerados o faltan, en cuyo caso la reproducción es partenogénica estacional. Abundan en las aguas estancadas y atraviesan, cuando las condiciones son desfavorables, estados de enquistamiento y vida latente.

B. *Cladóceros*. Se han denominado comúnmente pulgas de agua y son predominantemente dulceacuícolas. Abundan en la zona litoral de los lagos, pero también están ampliamente representados en el plancton. Se reproducen partenogénicamente por desarrollo directo a partir de un número variable de huevos. También poseen uno o varios períodos de reproducción sexual, ciclomorfosis muy evidentes y gran capacidad migratoria (Gonzales, 1988).

Son filtradores y se considera que en aguas eutróficas hay más cladóceros y rotíferos que copépodos. En los cladóceros adultos el número de mudas es más

variable que en los estadios juveniles, variando desde unas pocas midas hasta más de veinte (Wetzel, 1981).

C. **Copépodos.** Se distribuyen tanto a nivel litoral como pelágico bentónico. Presentan metamorfosis completa: huevo, larva naupliar con tres pares de apéndices y que sufre mudas sucesivas (diez en los ciclopoideos). Los cinco o seis primeros estadios larvales se denominan nauplios y los restantes copepoditos, siendo el último de ellos en adulto (Gonzales, 1988). Los organismos de este orden se pueden dividir en tres subórdenes: Calanoides, Ciclopoides y Harpaticoides, estos tres órdenes se distinguen por la estructura del primer par de antenas, por el urosoma y el quinto par de patas.

- **Producción secundaria del zooplancton.** La producción secundaria de los cuerpos de agua está sustentada por el zooplancton, el zoobentos y los peces. Participan en ella tanto vertebrados como invertebrados que interactúan de manera compleja en el aspecto trófico porque sus relaciones pueden cambiar durante el ciclo de vida o de un lugar a otro. La producción secundaria puede definirse como la biomasa acumulada por las poblaciones heterotróficas por unidad de tiempo. Esta definición se refiere a la producción neta. El incremento puede medirse como número y biomasa o puede expresarse como energía o cantidad de un elemento constituyente, por lo general en carbono. La medición exacta de la biomasa es básica para calcular la producción secundaria, lo que se hace es estimar el volumen tomando las dimensiones del animal. Por último para la biomasa el volumen se expresa como peso (González, 1988).

3.2.1.2. *Macroinvertebrados.*

- **Generalidades y diversidad de macroinvertebrados.** Dentro del grupo de los macroinvertebrados acuáticos pueden considerarse a todos aquellos organismos con tamaños superiores a 0.5 mm y que por lo tanto, se pueden observar a simple vista, de esta manera, se pueden encontrar poríferos, hidrozooos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos. El Phylum Arthropoda representa el grupo más abundante, dentro del cual se encuentran las clases Crustácea, Insecta y Arachnoidea (Roldán y Ramírez, 2008).

En ecosistemas lénticos, como lagos, charcas, represas y humedales, los macroinvertebrados pueden estar asociados tanto a las zonas de litoral como a la limnética y la profunda, en las que la mayor diversidad se encuentra hacia las zonas de litoral debido a la presencia de vegetación acuática (que favorece su desarrollo), mientras en la zona limnética, es decir de aguas abiertas unas pocas especies de macroinvertebrados flotantes pueden vivir y finalmente, en la zona

profunda una diversidad menor con especies abundantes (Roldán y Ramírez, 2008)

Los grupos de macroinvertebrados de aguas dulces presentan una gran variedad de adaptaciones, las cuales incluyen diferencias en sus ciclos de vida. Algunos macroinvertebrados desarrollan su ciclo de vida completo en el agua y otros sólo una parte de él, además el tiempo de desarrollo es altamente variable (depende de la especie y los factores ambientales), algunos con varias generaciones al año (multivoltinos) principalmente en la región tropical, otros con una generación (univoltinos) y una o dos generaciones (semivoltinos) (Hanson *et al.*, 2010).

- **Papel de la comunidad bentónica en la dinámica de los nutrientes.** En cuanto a su papel ecológico, los macroinvertebrados se constituyen en el enlace para mover la energía hacia diferentes niveles de las cadenas tróficas acuáticas, por lo tanto, controlan la productividad primaria ya que con el consumo de algas y otros organismos asociados al perifiton y el plancton (Hanson *et al.*, 2010).

La materia orgánica que se va depositando en el fondo de lagos y ríos entra en proceso de descomposición durante el cual se liberan los nutrientes, los que deben regresar al cuerpo de agua para continuar así el ciclo de producción. En este paso los organismos bentónicos desempeñan un papel importante en la remoción de estos nutrientes. Muchos de ellos, que viven sobre el fondo o enterrados en él en su proceso de movimiento para buscar alimento, oxígeno y protección, remueven los sedimentos, ayudando de esta manera a liberar los nutrientes allí atrapados (Roldán y Ramírez, 2008).

- **Los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del hábitat.** El uso de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de las aguas de los ecosistemas lóticos y lénticos (ríos, lagos o humedales) está generalizándose en todo el mundo (Prat *et al.*, 2009). Su uso se basa en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de las comunidades que allí habitan. Un río que ha sufrido los efectos de la contaminación es el mejor ejemplo para ilustrar los cambios que suceden en las estructuras de los ensambles, las cuales cambian de complejas y diversas con organismos propios de aguas limpias, a simples y de baja diversidad con organismos propios de aguas contaminadas. La cantidad de oxígeno disuelto, el grado de acidez o basicidad (pH), la temperatura y la cantidad de iones disueltos (conductividad) son a menudo las variables a las cuales son más sensibles los organismos. Dichas variables cambian fácilmente por contaminación industrial y doméstica (Roldán y Ramírez, 2008).

3.2.1.3. *Lepidópteros.*

- **Generalidades y diversidad de mariposas en Colombia.** La fauna de mariposas en Colombia es una de las más diversas y posiblemente la más compleja de cualquier país en la tierra. Desde los bosques húmedos de la región del Chocó del Pacífico a través de los bosques nublados de los Andes, los bosques secos de las tierras bajas del noroeste, hasta las praderas de los llanos y la hasta selva amazónica, los hábitats colombianos albergan la fauna de mariposas más rica del mundo (López y Flores, 2009).

Colombia es el tercer país a nivel mundial en cuanto a diversidad de mariposas diurnas, con cerca de 3, 274 especies descritas hasta el momento, de las cuales aproximadamente 350 son endémicas (Andrade *et al.*, 2007). Esta gran diversidad es el producto del posicionamiento geográfico, la compleja topografía, el mosaico de climas, suelos, y la fisiografía e historia geológica (Amat *et al.*, 1999) del territorio en el que se encuentra el país, el cual ocupa una posición predilecta sobre el límite tropical y constituye una zona de intercambio de especies entre el norte y el sur del continente americano (López y Flores, 2009).

- **Mariposas como indicadores de la calidad del hábitat.** Las mariposas son insectos de gran importancia en los ecosistemas por las funciones ecológicas que cumplen (Brown, 1997). Además, son consideradas como un grupo indicador confiable para estudios de inventario o monitoreo de biodiversidad, conservación y endemismos, debido a su sensibilidad a los cambios de temperatura, humedad, radiación solar y disminución de plantas hospederas y alimenticias (Kremen *et al.*, 1993; Kremen, 1994), características que las convierte en una herramienta importante para hacer predicciones y/o evaluar el grado de intervención o conservación en el que se encuentra un ecosistema, y poder así diseñar estrategias a través de programas de conservación que mitiguen el impacto generado por las diferentes actividades antrópicas.

- **Mariposas del bosque seco tropical (Bs-T) del Tolima.** En países megadiversos como Colombia, la diversidad se ve reflejada en un sinnúmero de especies, en este sentido se han reportado, por ejemplo, 1, 815 especies de aves, 45, 000 de plantas vasculares (Andrade-C, 2002) y 3, 279 especies de mariposas (Andrade-C, 2013). Esta diversidad ha sido el resultado del levantamiento de la cadena montañosa de los andes, la cual ha generado diferentes ecosistemas que incluyen páramos, bosques andinos, húmedos, bosques secos tropicales, entre otros (van der Hammen, 1974).

Sin embargo, esta biodiversidad se ha visto amenazada por las actividades antrópicas como la ganadería, la agricultura y la urbanización (Fahrig, 2003). Los bosques secos tropicales actualmente son considerados los ecosistemas con mayor grado de amenaza. Actualmente, de estos biomas sólo restan menos del 4% de la cobertura original, otro 5% está relacionado a los remanentes de bosque

con cierto grado de intervención antrópica y el 90% se encuentran fuertemente fragmentados y degradados (Pizano y García, 2014).

Con respecto a su distribución estos ecosistemas pueden ser hallados en los valles interandinos, algunos fragmentos aislados hacia el sur de Colombia y en mayor extensión en el Caribe colombiano (Pizano y García, 2014). Los bosques secos han sido definidos con base en su fisionomía, florística, precipitación y humedad (Murphy y Lugo, 1995), de forma diferente por varios autores ya que los bosques secos pueden cambiar de acuerdo a la zona geográfica donde se encuentren. El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más complejos e interesantes del Neotrópico, porque posee especies que se han adaptado a las fluctuaciones extremas en la temperatura y a la escasa disponibilidad del agua (Murphy y Lugo, 1986).

En el continente americano, los bosques secos tropicales se localizan sobre la zona tropical del continente, desde el Norte (México), pasando por Costa Rica, Panamá, varias islas del Caribe y el norte de Colombia y Venezuela. Hacia el sur del continente, estas formaciones ocupan las costas del sur de Ecuador y del norte de Perú, rodeando la región semidesértica de la Catinga en Brasil hasta el norte de Argentina, el suroccidente de Paraguay y el sur de Bolivia, donde conforman una parte del Chaco y otra del llamado bosque Chitiano (Sarmiento, 1975).

El bosque seco tropical representa 50% de las áreas boscosas en Centroamérica y 22% en Sudamérica (Murphy y Lugo, 1986). En Colombia se distribuía originalmente en las regiones de la llanura Caribe y valles interandinos de los ríos Magdalena y Cauca entre los 0 y 1000 metros de altitud y en jurisdicción de los departamentos del Valle del Cauca, Tolima, Huila, Cundinamarca, Antioquía, Sucre, Bolívar, Cesar, Magdalena, Atlántico y sur de La Guajira (IAVH, 1997), eso sin mencionar muchos enclaves pequeños de este ecosistema en el resto del país (Mendoza-C, 1999). No obstante, en la actualidad no se dispone de información exacta de la extensión de la cobertura original. Se han registrado, a través de estudios especiales, que queda menos del 4% de la cobertura original del bosque seco tropical maduro en Colombia y otro 5% está relacionado a los remanentes de Bs-T con intervención antrópica, lo que quiere decir que más del 90% de estos ecosistemas secos se encuentran intervenidos (Pizano y García 2014).

3.2.1.4. *Ictiofauna.*

- **Generalidades y diversidad de peces en Colombia.** Debido a su posición geográfica y a sus cadenas montañosas Colombia posee una enorme diversidad de especies ícticas, en total se reportan 1, 616, convirtiéndose en uno de los cinco países con mayor diversidad de peces en el mundo. Debido a su gran riqueza hídrica, el país es dividido en cinco regiones hidrográficas de las

cuales el Amazonas es la más diversa con 764 especies, seguida del Orinoco con 715, Magdalena-Cauca con 235, Caribe con 231 y Pacífico con 128 (DoNascimento *et al.*, 2018).

- **Peces asociados a los humedales de zonas bajas del Tolima.** El departamento del Tolima se encuentra en la zona hidrográfica del Magdalena-Cauca, principal área de desarrollo social y económico del país ya que alberga aproximadamente el 80% de la población colombiana (García-Alzate *et al.*, 2020). La diversidad de especies de peces para esta zona, representa el 14.5% de la diversidad de peces de agua dulce para Colombia, el 68% de las especies son endémicas y 75 especies están restringidas a una subcuenca o microcuenca de la misma (García-Alzate *et al.*, 2020). Por lo que es de suma importancia el estudio y la preservación de la fauna íctica en esta zona hidrográfica.

Las 235 especies reportadas para esta zona hidrográfica, se distribuyen en siete órdenes y 33 familias. El orden Siluriformes es el más dominante con 115 especies (49%), seguido por Characiformes con 88 especies (38%). Con relación a las familias las más diversas son Characidae con 57 especies, seguida de Trichomycteridae con 34, Loricariidae con 32 y Astroblepidae con 21 (García-Alzate *et al.*, 2020).

La zona hidrográfica del Magdalena-Cauca tiene un total de 1.290.000 hectáreas de planicies inundables que corresponden a cerca del 10% del área total de la cuenca (Restrepo *et al.*, 2020). Estas se ubican mayoritariamente en la parte media y baja. Estos ecosistemas de aguas con corrientes nulas o lentas, se denominan lénticos y son ecosistemas estratégicos ya que albergan una gran biodiversidad, recursos naturales.

Estos ecosistemas son de vital importancia para la fauna íctica, debido a que brindan hábitat, alimento y sitios para la reproducción y desove de especies de importancia económica como el Bocachico (*Prochilodus magadalense*) y algunos bagres del género *Pimelodus* (Jiménez-Segura, 2007). En este tipo de ecosistemas es común encontrar especies pertenecientes a los órdenes, Characiformes y Blenniiformes (anteriormente conocidos como Cyprinodontiformes y Cichliformes).

A. *Characiformes*. Se caracterizan por presentar escamas, línea lateral completa (algunas veces incompleta), dientes bien desarrollados, cabeza sin barbicelos y generalmente con aleta adiposa, con una amplia distribución desde Texas hasta Argentina en América y en África (Nelson, 2006). Habitan diversos ecosistemas acuáticos, como ríos, quebradas, arroyos, ciénagas, humedales, morichales entre otros.

B. *Siluriformes*. Conjunto de peces comúnmente conocidos como bagres, compuesto por más de 30 familias y de aproximadamente 2, 400 especies lo cual

conforma el grupo de mayor diversidad y distribución de peces dulceacuícolas a nivel mundial (Nelson, 2002). Las especies de este orden pueden alcanzar hasta los tres metros de longitud y se caracterizan externamente por no presentar escamas, cuerpo cubierto por piel o placas óseas, generalmente con cuatro barbicelos en la cabeza y el primer radio endurecido en la aleta dorsal y pectoral (Nelson, 2002).

C. *Blenniiformes anteriormente conocidos como Cyprinodontiformes*. Se caracterizan por presentar tallas pequeñas menores a 15 cm, aletas sin espinas, con dimorfismo sexual y una alta capacidad para tolerar ecosistemas intervenidos con altas cargas de materia orgánica y bajas condiciones de oxígeno (Ponce de León y Rodríguez, 2010; Viera et al., 2011).

D. *Blenniiformes anteriormente conocidos Cichliformes*. Se distribuyen en casi todos los ambientes dulceacuícolas tropicales y los cuales son extremadamente diversos en su morfología ya que pueden habitar ecosistemas de corrientes lentas y rápidas. Se caracterizan por presentar cuerpos altos comprimidos lateralmente, espinas en las aletas, línea lateral interrumpida y de carecer de aleta adiposa. Presentan dimorfismo sexual, cuidado parental, mediante incubación, y algunas especies son capaces de elaborar nidos (Nelson, 2006). Algunas especies de este grupo son muy frecuentes en humedales y sistemas lénticos debido a su interés pesquero, como es el caso de la mojarra roja *Oreochromis sp* y la mojarra plateada o tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.

En el departamento del Tolima se han realizado estudios de la diversidad, distribución y algunos aspectos ecológicos de la ictiofauna en diversas cuencas del departamento, como, por ejemplo: Coello, Prado, Lagunillas, Totare, Gualí entre otros. Algunos orientados al levantamiento de información primaria como los planes de ordenamiento de cuencas y otros orientados a ecología aplicada, producto de tesis de pregrado y posgrado de la Universidad del Tolima (Albornoz Garzón y Conde-Saldaña, 2014; Briñez-Vásquez, 2004; Castro-Roa, 2006; García-Melo, 2005; López-Delgado, 2013; Montoya-Ospina et al., 2018; Villa-Navarro y Losada-Prado, 1999; Villa-Navarro y Losada-Prado, 2004; Zúñiga-Upegui et al., 2005).

Adicionalmente, el Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima desde el año 2010 ha venido realizando la caracterización y planes de manejo ambiental de los humedales de zonas altas y bajas en diferentes municipios del departamento del Tolima, hasta la fecha se reportan aproximadamente 27 humedales caracterizados (Grupo de Investigación en Zoología [GIZ], 2010; 2013-2015; 2016; 2017; 2019; 2021). Debido a que estos ecosistemas son de vital importancia y brindan varios servicios ecosistémicos, es importante monitorear el estado de las comunidades, debido al cambio del uso de suelo que afecta negativamente la biodiversidad de la zona hidrográfica del Magdalena-Cauca.

3.2.1.5. *Herpetofauna.*

- **Generalidades y diversidad de herpetos (anfibios y reptiles) en Colombia.**

La Herpetofauna comprende el estudio ecológico, comportamental, taxonómico y genético de anfibios y reptiles, y aunque estos dos clados no comparten un origen evolutivo único, se han vinculado artificialmente ya que comparten algunas relaciones de hábitat y comportamiento, pero fisiológica y anatómicamente difieren (Vidal y Labra, 2008).

Los anfibios son vertebrados con dos etapas de vida, una ligada al agua, en sus estadios larvarios y otra adaptada a hábitos terrestre en sus fases maduras, por medio del proceso denominado metamorfosis, ampliando así las oportunidades reproductivas, alimenticias, sensoriales y territoriales (Pough *et al.*, 2004). Las especies que conforman este grupo se caracterizan por presentar respiración cutánea, lo cual les permite realizar intercambio gaseoso con el medio, requiriendo niveles adecuados de temperatura y humedad, lo que les permite y otorga beneficios en conductas como locomoción, cortejo y reproducción (Wells, 1977; Gerhardt, 1994).

Se caracterizan por habitar diferentes ambientes y ecosistemas, desde bosque seco, humedales, selvas, hasta llegar a paramo, sus características fisiológicas y anatómicas les permite mostrar cambios en las poblaciones de acuerdo al grado de intervención en el ambiente, lo que les otorga ser considerados a estos organismos como indicadores del bienestar de un ecosistema, al ser dependientes de la calidad del agua, las coberturas vegetales, los niveles de biomasa (hojarasca) y la oferta alimenticia presente (Heyer *et al.*, 1994).

La clase Amphibia se agrupa en tres grandes órdenes: Anura, Caudata, y Gymnophiona. Dentro de este grupo el orden Anura, está conformado por los llamados sapos y ranas, los cuales se caracterizan por carecer de cola y presentar extremidades traseras muy desarrolladas (Ročková y Roček, 2005). Caudata, esta constituidos por las denominadas salamandras, las cuales poseen un cuerpo alargado con cuatro extremidades cortas y presencia de cola, son organismos susceptibles a cambios bruscos en el ambiente, y dependen fuertemente a las variaciones de temperatura y humedad (Cruz *et al.*, 2016).

El orden Gymnophiona, es un grupo con hábitos principalmente fosoriales, son animales alargados carentes de extremidades, pero presentan un sistema de detección a través tentáculos dispuestos lateralmente en el rostro, que les permite encontrar alimento debajo de la tierra (Lynch, 1999). A nivel mundial se registran potencialmente 8, 360 especies de anfibios, en términos de riqueza el orden Anura contiene 7, 381 especies, seguido por el orden Caudata con 766 especies y Gymnophiona 213 especies, siendo las áreas con mayor diversidad y riqueza en el América del Sur y África del Oeste tropical (Frost, 2019). Se ha identificado que, a nivel latinoamericano, Brasil presenta la mayor diversidad con 1, 220 especies, seguido por Colombia con aproximadamente 853 especies, descritas hasta la fecha. El departamento del Tolima registra 85 especies de

ranas y sapos (Anura), cinco de cecilias o ciegas (Gymnophiona) y tres salamandras (urodela) (Clavijo-Garzón *et al.*, 2018).

La clase Reptilia está constituida por vertebrados ectotermos, es decir dependientes de la temperatura ambiental para regular su metabolismo. Se caracteriza por presentar un desarrollo que se encuentra ligado a huevos con cáscara verdadera, lo que les confiere registrar especies ovíparas, ovivíparas y vivíparas (Packard *et al.*, 1977), dentro de las características más importantes se tiene, piel cubierta de escamas, función fisiológica que les permite protegerse de las condiciones adversas del ambiente, también les permite establecer una impermeabilidad y resistencia a ecosistemas extremos, se caracterizan por mudas periódicas de su piel con respecto a la tasa de crecimiento, lo que les permite la eliminación de toxinas. Sus adaptaciones fisiológicas les permiten habitar distintos ambientes, se encuentran condicionados por la oferta de alimento y recursos hídricos, algunos grupos poseen estructuras especializadas para la inyección de sustancias químicas destinadas a la protección y depredación (Campbell y Lamar, 2004).

Los reptiles en Colombia se están distribuidos en tres grupos: Los órdenes que mejor están representados por Crocodylia (caimanes y cocodrilos), Testudines (Tortugas) y Squamata (lagartos y serpientes), los cuales poseen diversas adaptaciones morfológicas especializadas en la detección y captura de su alimento, así como una amplia motilidad (Sánchez *et al.*, 1995). Para la clase Reptilia se han descrito aproximadamente ~11, 570 especies a nivel mundial, Colombia ocupa los países con mayor riqueza potencial de 635 especies, seguido de 593 especies, de Squamata, 36 especies, Testudines y seis de Crocodylia, este último presenta tres especies, que están al borde de la extinción (Galvis-Rizo *et al.*, 2015; Uetz *et al.*, 2019).

- **Herpetos asociados a los humedales de zonas bajas del Tolima.** Llano-Mejía *et al.* (2010), registra para el Tolima 60 especies, de serpientes, 36 lagartos (squamata), cuatro tortugas (testudine) y dos caimanes (crocodilia). En la actualidad se tiene un total de 7, 212 especies de anfibios y 8, 492 especies de reptiles evaluados dentro de las distintas categorías de establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, (IUCN, 2022), reportan alrededor de 2, 442 especies de anfibios y 1, 458 reptiles especies en algún estado de amenaza (CR, EN y VU), a nivel mundial (IUCN, 2018).

Además de las especies que están catalogadas en algún grado de amenaza es importante considerar que la herpetofauna en el Tolima, se encuentra bajo una fuerte presión, a causa de la cacería, la reducción, la destrucción de los bosques. Las principales amenazas que afrontan están dirigidos a cambios en el ambiente, la aparición de especies invasoras, el aumento de la temperatura, la fragmentación de los bosques, la propagación de patógenos como el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis*, que atenta a los anfibios alterando su

capacidad de respiración cutánea y el calentamiento global (Rueda-Almonacid *et al.*, 2004; Angulo *et al.*, 2006).

De esta forma se tiene a los herpetos como dos de los grupos de vertebrados más amenazados por el empleo en rituales culturales y sacrificios por las comunidades, lo que conlleva a la reducción poblacional de muchos grupos, principalmente las serpientes (Rueda-Almonacid *et al.*, 2004).

Son pocos los trabajos dirigidos al conocimiento de la herpetofauna asociada a humedales en el departamento del Tolima o realizados sobre esta zona de vida en el país. Registros como los desarrollados por Clavijo-Garzón *et al.* (2018), Reinoso-Flórez *et al.* (2017) y SiB (2022) han permitido vislumbrar la capacidad de los humedales como reservorios de biodiversidad, y una alta representatividad producto de su posición geográfica del territorio tolimense y de la amplia disponibilidad de hábitats que poseen las tierras bajas y secas donde se encuentran los humedales en el departamento (Cortés-Gómez *et al.*, 2015).

3.2.1.6. Avifauna.

- **Generalidades y diversidad de aves en Colombia.** Las aves constituyen uno de los grupos vertebrados más diversos, comprendiendo cerca de 11, 000 especies a nivel mundial y entre 1954 (ACO, 2020) y 1999 (SiB, 2022) especies a nivel nacional (pertenecientes a 31 órdenes, 94 familias, 741 géneros y más de 3000 subespecies), de las cuales 1887 cuentan con registros en el territorio continental, mientras 17 han sido reportadas únicamente para la región insular (Donegan *et al.*, 2013; Donegan *et al.*, 2014; Donegan *et al.*, 2015; Verhelst-Montenegro y Salaman, 2015; Avendaño *et al.*, 2017).

Pese a que mundialmente el país es considerado el más diverso en avifauna (SiB, 2022) y que este grupo taxonómico cumple importantes roles ecológicos como controladoras de insectos, dispersoras de semillas, polinizadoras, entre otras funciones (Molina-Martínez, 2002), se estima que el 7-9% de las especies están inscritas en alguna categoría de amenaza (Renjifo *et al.*, 2002; Andrade-C., 2011; SiB, 2022) y poco más del 4.5% del total de especies presentes en el país son endémicas (Avendaño *et al.*, 2017). Así, según los reportes del Sistema de información sobre biodiversidad en Colombia (SiB, 2022) y con base en los datos de Renjifo *et al.* (2014), obtenidos a partir de la evaluación de 118 especies registradas en los bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica, se reporta que 68 (actualmente 133) de ellas se encuentran en diferentes categorías de amenaza de las cuales seis se encuentran en peligro crítico (16 según el SiB), 26 en peligro (54 según el SiB) y 36 vulnerables (63 según el SiB).

- **Las aves como indicadoras de la calidad del hábitat.** Sin lugar a duda, las aves constituyen el grupo taxonómico más conocido y carismático en contraste

con cualquier otro (Green y Figuerola, 2003), por lo cual se consideran uno de los principales objetos de estudio a la hora de estimular el interés hacia la conservación de la biodiversidad e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats (Renjifo *et al.*, 2002; Villareal *et al.*, 2004; Osorio-Huamaní, 2014).

La importancia de este grupo no solo radica en su carácter carismático, sino también se basa en el hecho de que proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos, facilitando la realización de comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a su riqueza, recambio y abundancia de especies (Osorio-Huamaní, 2014). Además, proporciona un medio rápido, confiable y replicable para monitorear y conocer de forma indirecta algunas características de los ecosistemas que habitan. De hecho, algunos investigadores han encontrado que las características del paisaje influyen en la composición y abundancia de las aves, facilitando o impidiendo el mantenimiento de algunas especies (Gillespie y Walter, 2001).

Además, este grupo posee una serie de características que le hace ideal para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza (Osorio-Huamaní, 2014). Por ejemplo, presentan comportamientos llamativos (diurnas, muy activas y altamente vocales), su identificación es rápida y confiable, son fáciles de detectar durante casi todo el año-excepto aquellas especies que presentan movimientos locales o migraciones-, cuentan con gran cantidad de información consignada en libros y publicaciones científicas, presentan un gran diversidad y especialización ecológica y exhiben diferentes grados de sensibilidad a perturbaciones ambientales (Villareal *et al.*, 2004).

Pese a estas bondades, solo algunas especies pueden funcionar como indicadores de condiciones biológicas particulares del hábitat, ya que “no necesariamente las aves pueden reflejar la salud de otros taxones que viven en el mismo hábitat” (Ramírez, 2000; Gregory, 2006 citado en Villegas y Garitano, 2008, p. 149), y “pueden tener respuestas diferenciales a los disturbios en relación a otros grupos de organismos” (Lindenmayer, 1999; Milesi *et al.*, 2002 citados en Villegas y Garitano, 2008, p. 149). Así mismo, Green y Figuerola (2003) plantean que a pesar de que la idea de las aves como “paraguas protectores de la diversidad global” ha sido ampliamente extendida, no ha sido apoyada por los análisis a escala nacional, y la distribución de los “hotspots” de diversidad para aves es importante en sí misma pero no se encuentra justificada por la diversidad de otros grupos.

En contraste, autores como Niemelä (2000), Becker (2003), Estrada-Guerrero y Soler-Tovar (2014), Echevarria (2018), entre otros, han mencionado que este grupo funciona como un buen indicador de la calidad ambiental, gracias a que responde a través de aspectos cualitativos (problemas reproductivos, adelgazamiento de la cáscara de los huevos, muerte, entre otros) y cuantitativos

(cambios en la riqueza, diversidad y abundancia de especies) a los distintos cambios que puede sufrir su hábitat como producto de la degradación, marcando además de manera eficiente una pauta para establecer las acciones y decisiones a tomar en caso de que ocurran cambios drásticos en ellos.

En síntesis, el monitoreo de aves es una herramienta útil a la hora de evaluar el impacto de las acciones humanas y tomar decisiones sobre el manejo de los ecosistemas, siempre y cuando se realice de la mano con el seguimiento de otros grupos taxonómicos (fauna y flora) que puedan robustecer la información obtenida.

- **Aves asociadas a los humedales de zonas bajas del Tolima.** La alta diversidad de aves asociada a los humedales y el considerable número de linajes endémicos en algunos de ellos, son reflejo de una larga asociación entre la avifauna y estos ecosistemas (Andrade, 1998 citado por Parra, 2014). El uso de este ecosistema por parte de la avifauna se hace evidente con el carácter residencial permanente o temporal que muestran las aves acuáticas (Castellanos, 2006) en el país, de modo que algunas especies han desarrollado adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas para hacer un uso más eficiente de los recursos (refugio y alimento).

Sin embargo, gracias a su mayor flexibilidad, otras tantas especies emplean estos hábitats durante parte del año o para cubrir determinada etapa de su ciclo anual (nidificación, cría o muda del plumaje) (Blanco, 1999). En este sentido, no todas las especies de aves que utilizan humedales tienen una preferencia particular por ellos, y en realidad se asocian al ecosistema en gran parte influenciadas por factores físicos como el área del humedal, la calidad del agua, la vegetación circundante, el grado de aislamiento o el contexto del paisaje donde se encuentran inmersos (Green y Figuerola, 2003; Briggs *et al.*, 1997; Rosselli y Stiles, 2012; Quesnelle *et al.*, 2013 citados por Parra, 2014).

Así mismo, las aves registradas dentro o en inmediaciones a humedales hacen parte de sistemas conectados con procesos y funciones ecosistémicas, por lo que es usual que su diversidad y abundancia aumente con la proximidad a otros humedales, así mismo que los humedales grandes alberguen mayor número de especies de aves respecto a las encontradas en sitios más pequeños las cuales se esperan que sean las especies más abundantes y ubicuas (Elmberg *et al.*, 1994).

Hilty y Brown (2001) reportan para Colombia 256 especies de aves asociadas a cuerpos de aguas agrupadas en 12 órdenes taxonómicos (Hilty y Brown, 2001; Salaman, 2009), de las cuales la mayor parte pertenecen a grupos considerados como acuáticos (Charadriiformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Anseriformes), y encontrando otros órdenes que normalmente no se asocian con estos

ecosistemas como varias familias de Passeriformes (Furnariidae, Tyrannidae, Hirundinidae, Cinclidae, Emberizidae), Cuculiformes y Falconiformes.

Para los humedales de zonas bajas del Tolima, Pacheco-Vargas *et al.*, 2018 registraron en 13 humedales un total de 147 especies de aves, distribuidas en 44 familias y 18 órdenes, entre las cuales se destacan dos especies endémicas, siete especies casi-endémicas una especie de interés (especies que tienen entre el 40-49% de su distribución en Colombia según Chaparro-Herrera *et al.*, 2013), siete especies migratorias, una especie casi-amenazada (IUCN), una especie dentro del apéndice III de la CITES y 20 especies dentro del apéndice II. Los autores citan que la presencia de diferentes hábitats influye en la composición y abundancia de las aves (Cárdenas *et al.*, 2003), así como el área del espejo de agua, la profundidad y la presencia de diferentes hábitats a su alrededor (Elmberg *et al.*, 1994; Green, 1996; Ntiemoa-Baidu *et al.*, 1998).

3.2.1.7. Mastofauna.

- **Generalidades de los mamíferos y diversidad en Colombia.** Los mamíferos representan la clase más pequeña de vertebrados terrestres y comprenden aproximadamente 6, 000 especies conocidas (Patterson, 2016). A pesar de su modesto número, los mamíferos se encuentran en todos los continentes, océanos y biomas. Como grupo, van desde las profundidades del océano hasta las cimas de las montañas, habitan en el agua, bajo tierra, en la superficie terrestre, en los árboles y algunos incluso pueden volar (Macdonald, 2009).

En número reducido, los mamíferos ejercen efectos de gran alcance en los ecosistemas donde habitan y pueden servir como arquitectos del paisaje (Wright *et al.*, 2002; Sukumar, 2003) o son importantes reguladores en las cascadas tróficas (Terborgh, 1988; Estes *et al.*, 1998), lo que les permite tener extensas distribuciones, rangos de adaptación y efectos ecológicos importantes; entre estas características tenemos las señales de identidad, las cuales los primeros mamíferos tenían dependencia del oído y el olfato que era funcional para guiar sus actividades principalmente nocturnas (Ji *et al.*, 2009; Buck, 2004), lo que llevó a estas modalidades sensoriales a heredarse y predominar en los mamíferos modernos (Patterson, 2016), estas características les han servido en una variedad de contextos: como lo es buscar recursos (Alimento), detectar depredadores y, junto con una gran cantidad de secreciones glandulares que se producen y expresan de diversas formas son utilizadas para la comunicación y reproducción intraespecífica (Eisenberg y Kleiman, 1972; Doty, 1986).

Cuerpos cubiertos de pelo es otro sello distintivo de los mamíferos, lo que les proporciona a varios grupos de ellos ser utilizado para el aislamiento, camuflaje, un medio de comunicación y un mediador de sensibilidad del tacto, particularmente a través de las vibrisas sensoriales ubicadas en la cara y las extremidades (Noback, 1951). A diferencia de la mayoría de los otros

vertebrados, los dientes de los mamíferos están estructural y funcionalmente diversificados: de adelante hacia atrás, posee incisivos mordaces, caninos punzantes y desgarradores, premolares y molares trituradores y cortadores (Stock *et al.*, 1997). Esta variedad en su dentición y caracteres craneales, ha permitido una diversificación en sus funciones para utilizar eficientemente una amplia gama de dietas (Hirakawa, 2001; Feldhamer *et al.*, 2007; Ley *et al.*, 2008).

Los estudios realizados en el Neotrópico han demostrado que los órdenes Chiroptera y Rodentia son más numerosos que otros grupos taxonómicos de mamíferos (Medellín *et al.*, 2000; Bracamonte, 2011; Díaz *et al.*, 2021), y son los que poseen la mayor variedad de hábitos alimentarios, siendo la dieta la responsable de su diversidad, complejidad morfológica, fisiológica y ecológica que estos presentan (Wright *et al.*, 2000). Colombia ocupa la sexta posición mundial en términos de biodiversidad de mamíferos y el cuarto en el continente americano, con 543 especies, pertenecientes a 13 órdenes, 50 familias, 214 géneros y 62 especies endémicas que equivalen a 11.4% (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021).

- **Los mamíferos como indicadores de la calidad del hábitat.** El papel funcional que juegan los mamíferos se convierte en un componente esencial de la dinámica de los humedales porque contribuyen al mantenimiento de la estabilidad ambiental a través de servicios de provisión y regulación del ecosistema, como el control de plagas de insectos, la polinización, la dispersión de semillas y la producción de guano como fertilizante vegetal, la carnivoría, herbivoría entre otros (García-Herrera *et al.*, 2019). Estos son mecanismos esenciales para la dinámica de las áreas boscosas o cultivadas e indicadores del estado de salud de los humedales y bosques aledaños (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005; Van Toor *et al.*, 2019; García-Herrera *et al.*, 2020).

En este sentido, al diferenciar los mamíferos por los gremios tróficos se observa su importante papel en la dispersión de semillas, polinización, redistribución de nutrientes y controladores de poblaciones de insectos (Clare *et al.*, 2009; McCracken *et al.*, 2012; García-Herrera *et al.*, 2015; Maas *et al.*, 2015). Sin embargo, las actividades humanas amenazan a muchos grupos de mamíferos, tanto directamente por la pérdida de hábitat, la fragmentación y la persecución de muchos mamíferos terrestres, como por la contaminación y la mortalidad accidental, especialmente entre los mamíferos marinos (Schipper *et al.*, 2008).

- **Mamíferos a los humedales de zonas bajas del Tolima.** El Bs-T ha sido definido como un bioma que se presenta principalmente en tierras bajas (Dirzo *et al.*, 2011), caracterizado por que contienen una alta diversidad beta y numerosas especies endémicas (Prieto-Torres *et al.*, 2019). Estos biomas

actualmente se encuentran sometidos a fuertes presiones antrópicas que amenazan su biodiversidad e integridad ecológica (González-M. *et al.*, 2018).

Dentro del Bs-T existen varios subsistemas ecológicos entre los que se encuentran los humedales, los cuales brindan una amplia gama de servicios ecosistémicos, incluido el mantenimiento de la biodiversidad, la calidad del agua y el suministro de alimentos (Mitsch y Gosselink, 2015). Todos estos servicios son cruciales para el reconocimiento, manejo integrado y conservación en áreas prioritarias, a partir del desarrollo de planes o programas de conservación y educación ambiental (Grobicki *et al.*, 2016).

El mantenimiento de estos servicios ecosistémicos depende de una variedad de procesos físicos, químicos y biológicos, incluidos los que ejercen los mamíferos a través de la depredación, la herbivoría (Ramos-Pereira *et al.*, 2009) control de insectos (Ramírez-Fráncel *et al.*, 2021), dispersión de semillas (García-Herrera *et al.*, 2020) y especies que son indicadoras de calidad ambiental (Michel-Vargas *et al.*, 2019), endémicas y amenazadas que deben ser evaluadas en proyectos ambientales (Patiño-Guío, 2014), así como otras especies que están listadas en acuerdos internacionales como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), que necesitan contar con un plan adecuado para su gestión y vigilancia.

Actualmente la información sobre la diversidad y la dinámica ecológica de las poblaciones de mamíferos asociadas a los humedales de Bs-T en el departamento del Tolima sigue estando incompleta, destacándose la falta de estos estudios, en aras de actualizar el conocimiento de este grupo se siguen haciendo esfuerzos notables en identificar, conocer y conservar la diversidad y dinámica de las poblaciones de mamíferos asociados a los humedales en el departamento del Tolima. Por lo cual este estudio tiene como objetivo realizar la caracterización de la comunidad de mamíferos asociados al humedal Toqui-Toqui en el municipio de Piedras del departamento del Tolima.

En la evaluación de los servicios ecosistémicos que los mamíferos prestan o se encuentran asociados a los humedales, se reportan los estudios realizados por el Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) en el 2013, 2015 y 2016, en el que se registró nutria de río (*Lontra longicaudis*), un mamífero acuático distribuido ampliamente en Colombia, pero del cual se conoce muy poco. Colombia es conocida por su importante riqueza de especies a lo largo del territorio nacional. Sin embargo, el nivel de conocimiento que tenemos de ellas es aún precario, a pesar del acelerado deterioro de los ecosistemas naturales, que se convierte actualmente en la principal amenaza para este grupo. La situación más preocupante la enfrenta sin duda las especies asociadas a ecosistemas acuáticos, donde los procesos de contaminación y desecación están teniendo efectos negativos (Trujillo y Arcila, 2006).

Posteriormente, estudios similares en el 2015 y 2016, incluyen a la lista de los registros asociados a los humedales de las zonas bajas, varias especies de

murciélagos frugívoros, polinívoros e insectívoros los cuales juegan un papel funcional importante porque se convierte en un componente esencial de la dinámica de los bosques y humedales neotropicales, ya que contribuyen al mantenimiento de la estabilidad ambiental a través de servicios de provisión y regulación del ecosistema, como el control de plagas de insectos, la polinización, la dispersión de semillas y la producción de guano como fertilizante vegetal, siendo estos mecanismos esenciales para la dinámica de áreas boscosas o cultivadas e indicadores del estado de salud de los bosques (Kunz *et al.*, 2011; Melathopoulos *et al.*, 2015; MEA, 2005; Ramírez-Fráncel *et al.*, 2021; Van Toor *et al.*, 2019).

Asimismo, García-Herrera *et al.* (2020), realizan un estudio en zonas de humedales donde se concluye que, al cuantificar la diversidad funcional en las comunidades naturales, los investigadores obtienen una comprensión más profunda de la importancia de las especies para los procesos de los ecosistemas; esto puede influir en cómo se priorizan las áreas para la conservación, siendo los humedales una preocupación especial, y que al contar con información sobre especies de importancia ecológica es fundamental para un manejo apropiado de esta fauna y promover su conservación, que a menudo está en conflicto con el hombre (Ramírez-Fráncel *et al.*, 2021).

3.2.2. Metodología.

3.2.2.1. Zooplancton.

- **Métodos de campo.** Se utilizó una red de malla fina con tamaño de poro definido para zooplancton de 55 μ , que permiten observar de manera cualitativa las comunidades de plancton existentes en la zona, con la red los organismos se obtienen por filtración y la selección se realiza según sea el tamaño del poro (Figura 3-5).

La red arrojadiza consta de un tronco con un diámetro de aproximadamente 25 cm y una longitud de un metro, el poro de la red es de 25 μ y un vaso receptor de un litro de capacidad. La red se mantiene de manera subsuperficial por un tiempo de cinco minutos y a una velocidad constante y arrastres lineales (Figura 3-5), en total en el humedal se hicieron tres arrastres en áreas distintas (Borde 1, Borde 2 y Centro).

Las muestras fueron depositadas en frascos de 500 ml y preservadas con formol buferizado al 10%. Adicionalmente, se elaboró una ficha de campo en donde se registraron los datos de la localidad y del hábitat de la zona muestreada, además cada una de las estaciones fue descrita y georeferenciada con GPS marca GARMIN-60CSx.

Figura 3-5. Método de muestreo utilizado en la colecta de zooplancton en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

- Métodos de laboratorio.** Se realizó la determinación y conteo de plancton con la ayuda de un microscopio óptico Motic BA-210, usando la cámara de conteo Sedgwick-Rafter (SR), que limita el área y volumen, permitiendo calcular las densidades poblacionales después de un período de asentamiento considerable, mediante un conteo en bandas. Finalmente, la densidad de células por unidad de área será calculada siguiendo la fórmula (APHA, 2012; Ramírez, 2000):

$$\text{Organismos/mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Donde:

N= Número de organismos contados,

A_t= Área total de la cámara (mm²)

V_t= Volumen total de la muestra en suspensión

A_c= Área contada (bandas o campos) (mm²)

V_s= Volumen usado en la cámara (ml)

A_s= Área del sustrato o superficie raspada (mm²)

Para el conteo se analizaron 30 campos en un ml de cada una de las muestras colectadas. Los organismos fueron observados bajo un microscopio óptico Motic

BA-210, con el objetivo de 40X, y se obtuvo la medida de la densidad de organismos presentada como individuos por metro cuadrado (m^2), para ello se utilizó el método de conteo de bandas por campos aleatorios descrito por APHA (2012); Ramírez, (2000).

La identificación taxonómica de las algas se hizo siguiendo las claves de Yacubson (1969), Prescott (1973), Needham y Needham (1978), Streble y Krauter (1987), Lopretto y Tell (1995), Ramírez (2000), y Bellinger y Sigee (2010), e ilustraciones de algas en el libro de APHA y AWWA (1999). Además, se soportó la determinación de las algas con la base de datos electrónica.

3.2.2.2. Macroinvertebrados.

- **Métodos de campo.** Una vez ubicada la estación de muestreo, se realizó la recolección de los macroinvertebrados acuáticos asociados al cuerpo de agua, para lo cual se utilizó una metodología dirigida hacia la fauna asociada a macrófitas y otra dirigida hacia la fauna béntica.

A. *Recolección de fauna asociada a macrófitas acuáticas.* Se extrajo la vegetación macrófita flotante y emergente ubicada al interior de un cuadrante de $0.25 m^2$ (Figura 3-6), posteriormente se realizó el lavado del material (raíces, troncos y hojas sumergidas) haciendo pasar el agua que arrastró a los organismos a través de un tamiz de 0.3 mm, de manera que los organismos y el material particulado quedaron atrapados allí para obtener la muestra final.

Figura 3-6. Cuadrante de macrófitas para la recolección de macroinvertebrados acuáticos en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

B. *Recolección de fauna béntica.* Los macroinvertebrados bentónicos se recolectaron a partir del material sedimentado en el fondo del cuerpo de agua, de cual se extrajeron 2.5 litros que fueron lavados en un juego de tamices con un orden de aperturas de dos, uno, 0.5 y 0.3 mm (Figura 3-7).

El material obtenido a partir de los dos procesos se almacenó en frascos plásticos, se fijó con alcohol al 70% y se etiquetó con los respectivos datos de recolección. Adicional a esto, se diligenció una ficha de campo por estación de muestreo, en la que se incluyen datos adicionales relacionados con variables ambientales y descripción de la estación de muestreo.

- **Métodos de laboratorio.** Se realizó el procesamiento de muestras que incluyó la limpieza y separación de los organismos en alcohol al 70%, los cuales se determinaron hasta el nivel taxonómico de familia usando un estereomicroscopio Olympus SZ40. Para la determinación taxonómica se emplearon las claves y descripciones de McCafferty (1981), Machado (1989), Needham y Needham (1991), Rosemberg y Resh (1993), Lopretto y Tell (1995), Roldán (1996, 2003), Muñoz-Quesada (2004), Pointier *et al.* (2005), Merrit y Cummins (2008), Domínguez y Fernández (2009). Finalmente, los organismos se organizaron siguiendo estándares nacionales y se ingresaron a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima sección Macroinvertebrados Acuáticos (CZUT-Ma).

Figura 3-7. Lavado de sedimentos en tamiz para la recolección de macroinvertebrados acuáticos en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

3.2.2.3. *Lepidópteros.*

- **Métodos de campo.** De acuerdo a la metodología propuesta por Fagua (2001), los ejemplares fueron colectados con jama entomológica (red aérea) (Figura 3-8) la cual posee un diámetro de 0.4 metros y una profundidad de 1.20 metros; los organismos fueron sacrificados por presión digital al tórax y guardados en bolsas de papel milano blanco para su posterior determinación. Por cada ejemplar capturado se anotó el número de captura.
- **Métodos de laboratorio.** Los ejemplares colectados fueron transportados hasta el Laboratorio del Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima (GIZ), donde se realizó su respectivo montaje y determinación taxonómica, contribuyendo de esta manera a la ampliación de la Colección Zoológica de Lepidópteros diurnos (CZUT-Lp) de la Universidad del Tolima. Seguidamente los ejemplares fueron montados y etiquetados según las recomendaciones de De Vries (1987); Andrade *et al.* (2013). Para la determinación se utilizaron claves e ilustraciones de revisiones taxonómicas (De Vries, 1987; De La Maza, 1987; Le Crom *et al.*, 2002; 2004; Andrade, 2007) y se revisaron con ayuda de la guía fotográfica de Warren *et al.* (2013). La ordenación taxonómica de las especies según la propuesta por Lamas (2004) y Warren *et al.* (2013) (Figura 3-9).

Figura 3-8. Captura de ejemplares de mariposas diurnas con de red Lepidopterológicas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

- **Análisis de datos.** Para el análisis de datos se calculó el porcentaje de abundancia relativa (AR%) de los órdenes, familias y especies registradas en la zona de muestreo. La abundancia relativa se definió como:

$$\% AR = (n1/N) * 100$$

Donde AR corresponde a la abundancia relativa del taxón, $n1$ al número de individuos capturados u observados del taxón y N al número total de individuos registrados.

Figura 3-9. Montaje y secado del material colectado en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

3.2.2.4. Ictiofauna.

- **Métodos de campo.** Para la colecta del material biológico se evaluó un área de 100 metros de largo y ancho variable dependiendo de la disponibilidad y acceso al espejo de agua, en el humedal Toqui-Toqui solo fue posible acceder a una de las orillas debido a que al momento del muestreo el humedal se había desbordado, producto de las fuertes lluvias de los días anteriores.

Se emplearon tres métodos: electropesca, red de arrastre y atarraya (Figura 3-10). La combinación de estos tres métodos permite evaluar de una manera más precisa la diversidad de la fauna íctica en los humedales. El método de electropesca es una técnica no selectiva que permite la captura de individuos de diferente tamaño produciendo un estado de electrotaxis (natación de forma obligada), electrotétano (contracción muscular) y electronarcosis (relajación muscular) facilitando su captura (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005).

Este método es ampliamente usado en los cuerpos de agua andinos, Sin embargo, está influenciado por factores físicos como la temperatura, la conductividad eléctrica y la velocidad de la corriente, disminuyendo su eficacia en zonas muy profundas y con aguas quietas. Es por esto que para la evaluación

de los humedales se utilizó además la red de arrastre y la atarraya (Figura 3-10Figura).

En cada punto de muestreo se realizaron tres arrastres en las orillas del humedal, comenzando en las zonas profundas en dirección hacia la orilla. Esto se realizó con una red ojo de malla de dos milímetros y 1.5 metros de altura y tres metros de longitud. Adicionalmente, se realizaron diez lances con la atarraya en cada sitio de muestreo (cuatro metros x dos metros con ojo de malla de un centímetro) (diez lances/estación).

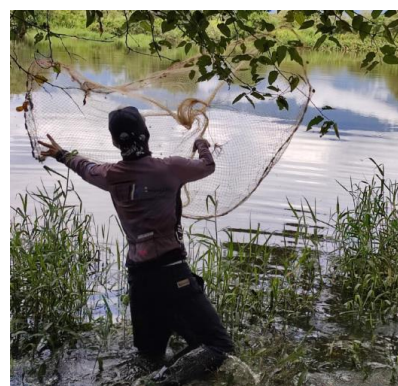
Figura 3-10. Métodos de colecta de peces empleados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Electropesca



Red de arrastre



Atarraya

Fuente: GIZ (2022)

A. *Sacrificio*: Los ejemplares fueron sumergidos en una solución de aceite de clavo o eugenol (17 mg/L, por diez minutos) y se cambió el agua para evitar su muerte. Los ejemplares se mantuvieron en la solución descrita anteriormente hasta que el movimiento opercular cesó, siguiendo lo propuesto por Underwood *et al.* (2013).

B. *Fijación*: Una vez cesaron los movimientos operculares, los ejemplares se sumergieron en una solución de formol al 10%, para su transporte, evitando así la descomposición de tejidos.

C. *Transporte*: Los especímenes fueron depositados en bolsas plásticas de sello hermético (Figura 3-11), con la correspondiente etiqueta de campo, y se transportaron vía terrestre en una caneca plástica hermética, hasta el Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, en la ciudad de Ibagué. Una vez en el laboratorio, el material biológico se pasó a alcohol al 70% para su preservación final.

Figura 3-11. Transporte de material biológico colectado en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

D. *Variables físicas y químicas.* En cada uno de los sitios de muestreo se evaluaron la temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica y sólidos totales con la ayuda de una sonda multiparámetro Tongbao AZ86031 (Figura 3-12).

Figura 3-12. Medición de algunas variables fisicoquímicas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

- **Métodos de laboratorio.** Los especímenes colectados fueron determinados a nivel de especie y morfoespecies por medio de claves y descripciones (Alzate *et al.*, 2021; Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005) y distribuciones geográficas (DoNascimento *et al.*, 2017); posteriormente fueron ingresados a la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima-sección ictiología (CZUT-IC).

- **Análisis de datos.**

A. *Composición y abundancia de especies.* Se determinó la abundancia relativa de los órdenes, familias y especies a partir del número de individuos colectados de cada especie y su relación con el número total de individuos de la muestra. Fue calculado con el fin de determinar la importancia y proporción en la cual se encuentra cada una de las especies con respecto a la comunidad.

$$AR = \frac{\text{Número de individuos de cada especie en la muestra} \times 100}{\text{Número total de individuos en la muestra}}$$

B. *Especies de interés para la conservación.* Para determinar las categorías de amenaza, se tuvieron en cuenta los criterios planteados por la IUCN. Para definir estos, se realizó la búsqueda de información en la página de la IUCN y en los libros rojos disponibles para los grupos taxonómicos, en este caso el de peces dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al.*, 2012) y en La Resolución 1912 de 2017 "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones".

Adicionalmente, para determinar si alguna de las especies se encontraba en algún apéndice CITES, se realizó la búsqueda en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres vigentes a partir del 25 de septiembre del 2012.

Adicionalmente, se determinó el estatus poblacional y los endemismos, partiendo de la definición de que estas especies presentan un rango de distribución limitado y por lo tanto, son particularmente frágiles a la alteración del hábitat. Para la determinación de estas se utilizaron los mapas de distribución de la IUCN y el listado de peces de agua dulce para Colombia (DoNascimento *et al.*, 2018).

3.2.2.5. *Herpetofauna.*

- **Métodos de campo.** La metodología de campo utilizada para la búsqueda y captura de anfibios fue la propuesta por García-González *et al.*

(2014), que consiste en Muestreo de Encuentro Visual (MEV), en áreas con buena cobertura vegetal y de mayor grado de conservación posible, principalmente en sitios fitotelmáticos, donde se observara permanencia constante de agua (troncos podridos, humedales); así como otros microhábitats y posibles lugares de encuentro para la herpetofauna (huecos en tierra, desagües, debajo de rocas, troncos).

Para esto se empleó la técnica de búsqueda libre, sin restricciones, por encuentro casual y auditivo (Angulo *et al.*, 2006), en donde se buscan y detectan vocalizaciones o cantos de anuros para su captura. El muestreo tuvo una periodicidad alternada en los distintos momentos del día: en horas de la mañana, entre las 8:00 y 10:00 horas, con el fin de detectar aquellas especies de hábitos diurnos y aquellos reptiles, principalmente lagartos, que se exhiben y termorregulan. Y en la tarde-noche entre las 14:00 y las 21:00 horas, para organismos que demuestran una mayor actividad nocturna y crepuscular, como serpientes y anuros (Angulo *et al.*, 2006), para un esfuerzo de muestreo total de 11 horas/día/hombre (Figura 3-13).

Los animales colectados fueron transportados en bolsas plásticas para su manejo y determinación. Se especificó la presencia y/o ausencia de características morfológicas así como el tipo, forma, tamaño y color de estructuras tales como glándulas, membranas timpánicas, discos y almohadillas, escudetes, pliegues, tubérculos, rebordes cutáneos, membranas interdigitales manuales y pediales, espolones y espinas humerales, los cuales fueron consignados en fichas y libretas de campo, junto con el carácter morfométrico Longitud Rostro-Cloaca (LRC), el cual fue tomado con un calibrador digital Mitutoyo de precisión 0.1 mm.

Se realizó el registro fotográfico respectivo, georreferenciación y anotaciones correspondientes a su coloración en vida, características morfológicas y morfométricas, así como aspectos comportamentales, climáticos y ecológicos al momento de la captura, con la finalidad contribuir a su determinación y confirmación taxonómica buscando llegar hasta la mínima categoría posible (Angulo *et al.*, 2006).

Los individuos seleccionados fueron sacrificados mediante técnica de punción cardíaca con Roxicaina al 2% para reptiles y animales de tamaño considerable. En el caso de los anfibios, dada su capacidad de respiración cutánea, el sacrificio se realizó empleando *Garhocaína Benzocaina* al 20%, hasta evidenciar inmovilidad y disminución total de pulsaciones. Se tomaron muestras de tejido muscular, cardíaco o hepático, destinado a futuras investigaciones moleculares. Los organismos sacrificados fueron dispuestos en bandejas plásticas con papel filtro y absorbente impregnados con formol al 10%, acomodando los especímenes en la mejor posición natural con el fin de evaluar sus caracteres morfológicos apropiadamente (Heyer *et al.*, 1994; Angulo *et al.*, 2006) (Figura 3-13).

Figura 3-13. Metodología de campo y especímenes herpetológicos colectados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

- Métodos de laboratorio.** Los individuos colectados fueron transportados al laboratorio del Grupo de investigación en Zoología (GIZ) de la Universidad del Tolima, mantenidos en formol al 10% hasta pasado el tiempo de fijación, cinco días para reptiles y diez días para los anfibios, se procedió a eliminar el fijador, con base en el protocolo modificado de Heyer (1994) a través de lavados de disolución de alcohol y almacenados en frascos de vidrio con alcohol al 70%. Para la confirmación taxonómica de cada uno de los organismos, se emplearon descripciones, claves dicotómicas y/o publicaciones, así como la comparación diagnóstica de los individuos colectados confrontados con especímenes dispuestos en la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima, sección anfibios y reptiles (CZUT-A; CZUT-R), para posteriormente ser ingresados en la misma (Heyer *et al.*, 1994; Angulo *et al.*, 2006).
 - Análisis de datos.** Se realizó la recopilación de información secundaria con la finalidad de conocer las especies de anfibios y reptiles potenciales para el área de estudio, a partir de artículos científicos, bases de datos de colecciones y registros técnicos realizados sobre la zona de vida, asociado al rango altitudinal, los Bs-T y Planes de manejo realizado en los humedales objeto de estudio.
- A. *Composición y abundancia de especies.* Para el cálculo de la abundancia relativa (%) de las especies de herpetofauna encontradas, se empleó la fórmula: $AR\% = (n_i/N) \times 100$, donde AR= Abundancia relativa; n_i = Número de individuos capturados u observados; N= Número total de X capturados u observados. Para determinar la diversidad se empleó el número de especies (Riqueza) de acuerdo con el número total de individuos.

B. *Especies de interés para la conservación.* Para la obtención de la información sobre el estado actual de amenaza de las distintas especies, se utilizaron los datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el CITES, así como registros y/o publicaciones para establecer el grado de endemismo de las especies.

3.2.2.6. Avifauna.

- **Métodos de campo.** Para la determinación de la composición taxonómica de la avifauna dentro del humedal Toqui-Toqui, se realizaron muestreos mediante el uso de redes de niebla, la observación por puntos de conteo y las observaciones libres (Ralph *et al.*, 1993; Ralph *et al.*, 1996), con el objetivo de abarcar una mayor área circundante al humedal.

A. *Redes de niebla.* En zonas cercanas al humedal se extendieron cinco redes de niebla de 2.5 metros de alto x 12 metros de largo y 36 mm de malla, según el procedimiento descrito por Ralph *et al.* (1996). La instalación de las redes se realizó poco antes de iniciar el muestreo (Wunderle, 1994), se abrieron en los 15 minutos siguientes al amanecer y su revisión se llevó a cabo en intervalos de 30 minutos para asegurar la integridad de los ejemplares (Consejo de Anillamiento de Aves de Norteamérica, 2003; Ralph *et al.*, 2008). Las redes se operaron durante un día en horarios de 06:00-11:00 h y 15:00-18:00 h, para conseguir un esfuerzo de 40 horas red/muestreo (Figura 3-14).

Figura 3-14 Procedimiento de captura de aves en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

B. *Conteo por puntos.* Mediante el uso de binoculares (Bushnell 10x42), se contaron, identificaron y registraron las aves detectadas desde un sitio definido o "punto de conteo". Cada punto (en total cinco) abarcó una superficie circular

de 50 metros de radio y dentro de él se contaron todas las aves avistadas y escuchadas a lo largo de diez minutos, anotándolas en el orden en que fueron detectadas, junto con los datos correspondientes a localidad-número del punto, fecha, hora, coordenadas, tipo de registro (visual y/o auditivo), nombre de la especie, número de individuos, hábitat y distancia del individuo al borde del agua (Modificado de Ralph *et al.*, 1996) (Figura 3-15).

Figura 3-15. Metodología de puntos de conteo y observaciones libres implementada en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Una vez pasado el tiempo, se realizó un nuevo muestreo en el punto de conteo consecutivo-procurando causar el mínimo de perturbación a las aves e iniciando el conteo desde la llegada al lugar-. Con el fin de evitar contar a un mismo individuo en puntos de conteo diferentes, estos estuvieron separados entre sí a una distancia aproximada de 100 metros (Ralph *et al.*, 1996).

Debido a que en ocasiones la identificación in situ de algunas especies resultó difícil, se procedió a ubicar el individuo mediante el método de "Búsqueda Intensiva" (Ralph *et al.*, 1996), con el fin de fotografiarlo o grabarlo para su posterior identificación.

C. *Método de determinación taxonómica.* Para la determinación hasta el nivel de especie de los individuos capturados en campo y los observados en los puntos de conteo (u observaciones libres), se emplearon las guías de Hilty y Brown (2001), Restall *et al.* (2006), McMullan *et al.* (2010) y Ayerbe (2018). El listado general de las aves siguió la nomenclatura y el orden taxonómico sugerido por Remsen *et al.* (2022).

- **Métodos de laboratorio.** Los individuos colectados fueron preparados como pieles redondas acorde a la metodología convencional de las colecciones científicas propuesta por Villareal *et al.* (2004). A cada uno de los individuos se les registró la información correspondiente a su peso, sexo, tamaño/desarrollo gonadal, coloración de las gónadas, cantidad de grasa subcutánea, estado de la osificación del cráneo, número de colector, número de catálogo y comentarios.

- **Análisis de datos.** Con el fin de identificar las especies potenciales para el área de estudio, previo al muestreo en campo se realizó la revisión de información secundaria a través de la búsqueda en literatura científica (Planes de Manejo Ambiental, POMCAS, agendas ambientales, artículos y tesis con listas de especies regionales) y bases de datos de registros biológicos (ej. SiB, GBIF, iNaturalist, eBird).

A. *Composición y abundancia de especies.* Se calculó la abundancia relativa (%) a nivel de órdenes, familia y especies de aves registradas, empleando la fórmula: $AR\% = (n_i/N) \times 100$, donde AR= Abundancia relativa; n_i = Número de individuos capturados u observados; N= Número total de X capturados u observados.

B. *Categorías ecológicas y especies de interés para la conservación.* A cada uno de los registros de aves obtenidos mediante las dos metodologías empleadas, se les consignó la categoría ecológica siguiendo las recomendaciones de Stiles y Bohórquez (2000).

I. Especies de bosque

a. *Especies restringidas al bosque primario o poco alterado.* Detectadas principal o exclusivamente en el interior o dosel de estos bosques, con frecuencias mucho más bajas en los bordes o en bosques secundarios adyacentes a los bosques primarios.

b. *Especies no restringidas al bosque primario o poco alterado.* Detectadas más frecuentemente en este hábitat, pero también regularmente en los bordes, bosques secundarios, u otros hábitats arbolados cerca del bosque primario.

II. *Especies de bosque secundario o bordes de bosque, o de amplia tolerancia.* Encontradas con mayor frecuencia en los bordes y bosques secundarios, pero también a veces en el bosque primario y rastrojo, hasta en potreros arbolados:

su requisito principal es la presencia de árboles y en algunos casos, la sombra debajo de ellos, más no un tipo de bosque específico.

III. Especies de áreas abiertas. Encontradas principal o exclusivamente en áreas con poco o ninguna cobertura arbórea como potreros o rastrojos; en potreros o matorrales arbolados se asocian con la vegetación baja más que con los árboles; pueden encontrarse en los bordes de los bosques pero no bosque adentro.

IV. Especies acuáticas

a. Especies asociadas a cuerpos de agua sombreadas o con la vegetación densa al borde del agua, evitando áreas abiertas o soleadas: quebradas o áreas pantanosas dentro de los bosques primarios o secundarios.

b. Especies asociadas a cuerpos de agua sin sombra, orillas abiertas o con vegetación baja, o aparentemente indiferentes a la presencia de árboles excepto para perchas.

V. Especies aéreas. Generalmente encontradas sobrevolando varios hábitats terrestres:

a. Especies que requieren por lo menos parches de bosque, por ejemplo, para anidación, pero sobrevuelan una amplia gama de hábitats.

b. Especies indiferentes a la presencia de bosque, o que prefieren áreas más abiertas.

Además, se les consignó la información correspondiente a la categoría de amenaza (Renjifo *et al.*, 2002; Renjifo *et al.*, 2014; IUCN, 2022), el apéndice CITES en el cual se encuentran (Roda *et al.*, 2003), su carácter endémico, casi endémico (Chaparro-Herrera *et al.*, 2013; Avendaño *et al.*, 2017), migratorio o residente (Naranjo y Espinel, 2009; Naranjo *et al.*, 2012; Avendaño *et al.*, 2017).

3.2.2.7. Mastofauna.

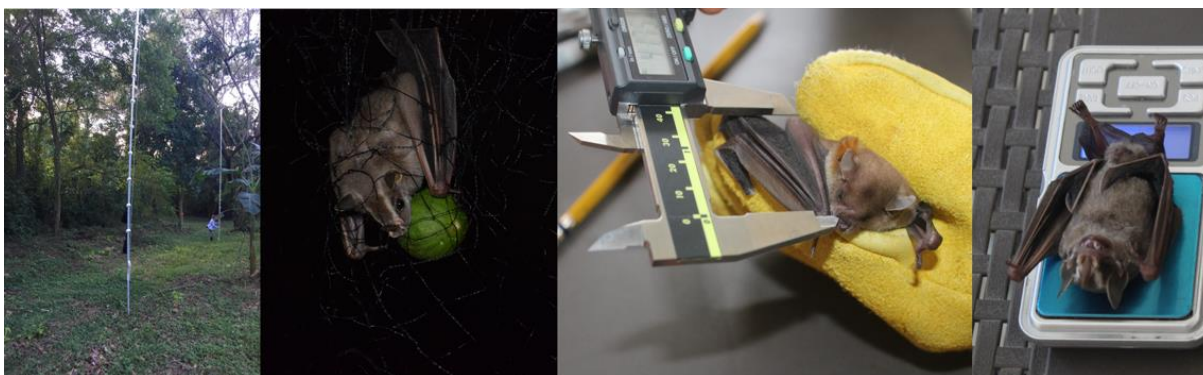
- **Métodos de campo.** Se emplearon técnicas de captura, observación directa e indirecta y se realizó la clasificación de las especies registrada de acuerdo a su masa corporal, siguiendo la propuesta de Sánchez *et al.* (2004), en el que pequeños mamíferos terrestres son aquellos con masa <150 g, medianos entre 150 g-5 kg y grandes con una masa >5 kg (García *et al.*, 2015). Los murciélagos capturados fueron manipulados siguiendo protocolos estandarizados para el bienestar animal (Sikes, 2016), y aprobados por el Comité de Uso de Animales bajo el permiso de recolección de especímenes avalado

por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales de Colombia-ANLA (resolución no. 0219, 27 de noviembre, 2018).

A. *Métodos de mamíferos voladores (murciélagos)*. La metodología de campo utilizada para el registro del orden Chiroptera consistió en la utilización cinco redes de niebla, con un largo y ancho de 12 x 2.6 metros instalados en el sotobosque (Lim *et al.*, 2017), fueron instaladas en los bordes de los humedales y fragmentos de bosque seco tropical. Las horas efectivas de monitoreo fueron entre las 18:00 y las 23:00, durante dos noches días consecutivos por sitio (Figura 3-16).

Después de la captura, se registró la edad, sexo y estado reproductivo de cada individuo; en el estudio solo se utilizaron machos adultos y hembras adultas no embarazadas y no lactantes. La edad de los murciélagos se estimó en función del grado de osificación de las falanges (Brunet-Rossini y Wilkinson, 2009). El estado reproductivo se determinó examinando los pezones y palpando el abdomen para las hembras (Racey *et al.*, 2009). Además, a cada individuo se le registró las correspondientes medidas morfológicas y morfométricas tomando 14 mediciones externas usando un calibrador digital Mitutoyo Absolute AOS (precisión 0.1 mm) (Figura 3-16), registradas en las fichas de campo. Todas las mediciones se tomaron dentro de una a dos horas después de la captura, y posteriormente se liberaron los individuos en el sitio de captura (Ramírez-Fráncel *et al.*, 2021).

Figura 3-16. Empleo de redes de niebla para la colecta de los murciélagos asociados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

B. *Métodos de pequeños, medianos y grandes mamíferos*. Se instalaron seis cámaras trampa (Figura 3-17), en senderos (típicamente <1 metros de ancho), programados para funcionar 24 horas, estas se activaban a través de un detector de movimiento y calor infrarrojo (Bushnell Trophy), este tipo de

metodología es ampliamente utilizadas para monitorear medianos y grandes mamíferos. Los sitios de trampas a lo largo de los senderos se ubicaron aproximadamente entre 40 y 60 metros (distancia en línea recta; a lo largo de los senderos), cada cámara-trampa se colocó aproximadamente a 50 cm por encima del suelo (Blake y Mosquera, 2014), sobre troncos de árboles o estacas de madera. Cada toma de las cámaras se programó con intervalos de un minuto entre un disparo y otro, asegurando que tuviera el registro del día y la hora.

Se colocaron cámaras-trampa en puntos donde era probable que transitaran los mamíferos. La ubicación de las cámaras se realizó donde se encontró evidencia de excretas y huellas o la existencia de veredas hechas por animales silvestres y caminos adyacentes y rutas transitadas sobre el camino (Blake y Mosquera, 2014). En todo momento se tomó en cuenta la información proporcionada por los habitantes de las comunidades, quienes señalaron parajes donde habían visto algunas especies, y/o sus huellas.

La vegetación fue despejada unos pocos metros frente a cada cámara, sin alterar el espacio de otra manera. Se configuraron tres cámaras para tomar cinco fotografías seguidas, con un retraso de un segundo entre las fotografías y con un tiempo mínimo entre series de fotografías de cinco minutos. Adicionalmente, tres cámaras trampa fueron programadas para realizar registros a través de videos. La fecha y la hora se estamparon automáticamente en cada fotografía. Todas las imágenes fueron etiquetadas con ubicación, cámara, fecha, hora y especie, información que fue consignada en los formatos de campo (Briones-Salas *et al.*, 2011).

Figura 3-17. Instalación de cámaras trampa para el registro de medianos y grandes mamíferos asociados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

C. Otras evidencias y reconocimiento de rastros. Además del monitoreo con las cámaras-trampa, en cada transecto se realizó un registro de evidencias indirectas que sugirieran la presencia de fauna, tales como huellas en el suelo (marcas de manos y patas; Figura 3-18) y excretas, en los casos en que la huella resultara lo suficientemente clara, se registraba la huella con la toma de una impresión en yeso odontológico (polvo de fraguado rápido tipo “III”), siguiendo la propuesta por Aranda (2000) para posterior determinación de la especie. Así mismo, con el fin de establecer la presencia de otros mamíferos se anotaron los registros visuales, rastros, vocalizaciones y madrigueras (Wilson y Reeder, 2005). En estos casos se registró en el formato de campo la fecha y hora del reporte del rastro, al igual que el tipo de hábitat. Adicionalmente, en cada comunidad se recopiló información de los habitantes locales mediante entrevistas y pláticas.

Los individuos seleccionados fueron sacrificados mediante técnica de punción cardíaca con Roxicaina al 2% y pasado diez minutos, alcohol 90%, para pequeños y medianos mamíferos voladores y no voladores y/o animales de tamaño considerable. Los organismos sacrificados fueron dispuestos en bandejas plásticas con papel absorbente y refrigerados para posteriormente hacer el proceso de taxidermia en el laboratorio de Zoología de la Universidad del Tolima.

Figura 14-18. Búsqueda y registro de rastros de mamíferos medianos y grandes mamíferos asociados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

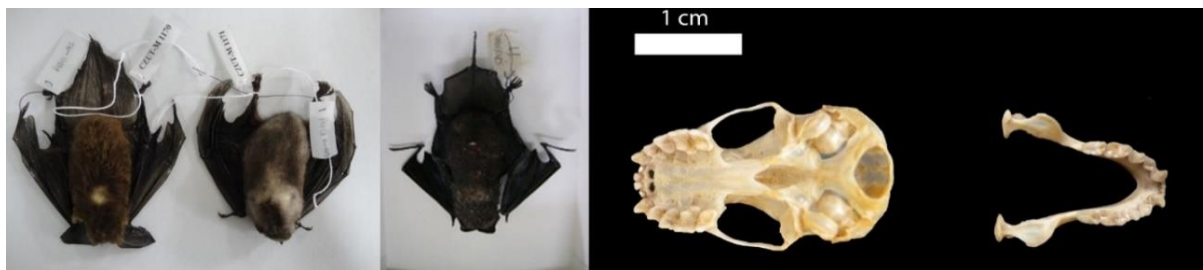


Fuente: GIZ (2022)

- **Métodos de laboratorio.** Los ejemplares colectados en campo fueron transportados al Laboratorio de Zoología de la Universidad del Tolima para su identificación taxonómica por medio de disecciones, extracción de cráneo, mediciones cráneodentales, claves dicotómicas especializadas y descripciones de cada especie en particular. Posteriormente fueron depositados en la Sección de Mamíferos de la Colección Zoológica (CZUT-M) (Figura 3-19) de la Universidad del Tolima (Ibagué, Colombia), mediante la preservación en seco de su piel y cráneo. Los cráneos fueron sometidos a un tratamiento de limpieza con

derméstidos (*Dermestes carnivorous*) para tomar las medidas morfométricas necesarias para su determinación taxonómica.

Figura 3-19. Preparación del material biológico para el ingreso a la Colección Zoológica sección Mastofauna de la Universidad del Tolima, especímenes registrados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

- **Análisis de datos.** Se realizó la recopilación de información secundaria con la finalidad de conocer las especies de anfibios y reptiles potenciales para el área de estudio, a partir de artículos científicos, bases de datos de colecciones y registros técnicos realizados sobre la zona de vida, asociado al rango altitudinal, los Bs-T y Planes de manejo realizado en los humedales objeto de estudio.

A. *Composición y abundancia de especies.* Para el cálculo de la abundancia relativa (%) de las especies de la mastofauna encontrada, se empleó la fórmula: $AR\% = (n_i/N) \times 100$, donde AR= Abundancia relativa; n_i = Número de individuos capturados u observados; N= Número total de X capturados u observados. Para determinar la diversidad se empleó el número de especies (Riqueza) de acuerdo con el número total de individuos.

B. *Especies de interés para la conservación.* Para la obtención de la información sobre el estado actual de amenaza de las distintas especies, se utilizaron los datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el CITES, así como registros y/o publicaciones para establecer el grado de endemismo de las especies.

3.2.3. Resultados-Fauna presente en el humedal. (Anexo B)

3.2.3.1. Zooplancton.

A. *Composición y abundancia de especies.* Se colectaron 101 organismos distribuidos dos filos, cinco clases, seis órdenes y nueve familias (Tabla 3-4). La

clase Monogononta (Rotífera), fue la que obtuvo mayor número de organismos con una abundancia relativa del 63.37%. En segundo lugar se encontró la clase Branchiopoda (Arthropoda), con una abundancia relativa de 16.83% y en tercer lugar la clase Maxillopoda (Arthropoda), con una abundancia relativa de 9.90%. Las clases de menor abundancia relativa, fueron Bdelloidea (Rotífera) con el 5.94%, seguida de la clase Eurotatoria (Rotífera), con 3.96%.

Los rotíferos son componentes del zooplancton y por lo regular importantes especies en las cadenas tróficas de los ecosistemas en ambientes lóticos y lénticos, por lo que su distribución es cosmopolita (Wallace, 2002). La región del Neotrópico es la tercera más diversa en especies de rotíferos con la clase Monogononta, donde se destaca a la familia Brachionidae con 71 especies, siendo el género Brachionus el representante de mayor abundancia dentro del grupo hasta en un 80% (Serger, 2007).

Tabla 3-4. Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados registrados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Or. /ml	AR%
Rotífera	Monogononta	Ploima (Ploimida)	Brachionidae	<i>Brachionus</i>	6	5.94
			Mytilinidae	*****	2	1.98
			Lecanidae	*****	11	10.89
			Trichotriidae	*****	19	18.81
			Colurellidae	*****	9	8.91
			Euchlanidae	*****	17	16.83
	Eurotatoria	Gnesiotrocha	Hexarthridae	*****	4	3.96
Arthropoda	Bdelloidea	Bolloidea	Habrotrochidae	*****	6	5.94
	Maxillopoda	Cyclopedidae	*****	*****	6	5.94
		Harpacticoida	*****	*****	4	3.96
	Branchiopoda	Cladocera	Moinidae	*****	17	16.83
Total					101	100

Fuente: Modificado de Reinoso et al. (2010)

En cuanto al número de organismo por orden se evidenció que Ploima (Rotífera), fue el más representativo con una abundancia relativa de 63.37%, al cual le sigue el orden Cladocera (Arthropoda) con una abundancia relativa de 16.83%. De igual forma, las familias con mayor número de organismos encontrados fueron Trichotriidae (orden Plomida), con el 18.81%, Euchlanidae con el 16.83%, ambos taxones correspondientes al filo Rotífera y la familia Moinidae (Branchiopoda), con el AR: 16.83% perteneciente al filo Arthropoda.

Los rotíferos son particularmente importantes en el análisis de los efectos de la dinámica fluvial, debido a que presentan altas tasas de crecimiento intrínseco y

cortos intervalos de renovación poblacional y con frecuencia alta tolerancia a una variedad de factores ambientales (Allan, 1976). La presencia de una mayor densidad de especies del orden Ploima, es un aspecto general de las aguas tropicales y subtropicales, como lo describe Pejler (1977) y Green (1971). Brachionidae y Lecanidae se han considerado característicos de la zona tropical (Fernando 1980) y en la lista de chequeo proporcionada por Robertson y Hardy (1984) para los rotíferos en lagos y ríos especialmente los amazónicos.

Brachionidae, Trichotriidae, Euchlanidae y Lecanidae, familias del orden Ploima suelen ser ricos en ambientes someros y su mayor diversidad se manifiesta en lagos con vegetación flotante (Sergey, 2007). Las especies de la familia Moinidae por lo general tolera un amplio rango de turbidez y posee una amplia plasticidad trófica, pues consume detritos, algas unicelulares, y bacterias entre 0.5-20 μm (Kerner *et al.*, 2004).

Por otra parte, Los copépodos encontrados pertenecientes al orden Cyclopoidae (5.94%) y el orden Harpacticoida (3.96%), son especies que se han podido adaptar a distintos ambientes aunque por lo general, algunas especies tienen un margen menor de tolerancia a variaciones de los factores ambientales. En las zonas tropicales existen los cuatro órdenes (Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida y Gelyelloida), con características ecológicas únicas de las cuales apenas se están descubriendo (Suárez *et al.*, 1999).

El papel que desempeñan los organismos del zooplancton, y en especial los copépodos ciclopoideos, en los ecosistemas acuáticos, es importante por su diversidad, abundancia y distribución, lo que les confiere una importancia ecológica de primer orden. Por otra parte, son excelentes indicadores biológicos, ya que su ensamble permite tipificar ecológicamente cualquier cuerpo de agua (Dussart y Defaye, 2001).

3.2.3.2. Macroinvertebrados.

A. *Composición y abundancia de especies.* Se colectaron 3082 organismos distribuidos en tres filos (Annelida, Arthropoda y Mollusca), cinco clases (Arachnoidea, Insecta, Gastropoda, Oligochaeta e Hirudinea), 12 órdenes y 32 familias (Tabla 3-5). El orden Diptera el mayor número de organismos con una abundancia relativa del 43.64%, siendo la familia Chironomidae la más abundante. Los dípteros por lo general, presentan la mayor abundancia de organismos ya que son los insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en el mundo (Roldán y Ramírez, 2008).

Su elevada abundancia se puede relacionar con su capacidad para sobrevivir en diferentes tipos de hábitats y tolerar ambientes enriquecidos de carga orgánica residual (Zúñiga *et al.*, 1993). Además se caracterizan también porque pueden ocupar hábitats muy variados que se relacionan con su régimen

alimentario y mecanismo de respiración tales como ríos, arroyos, lagos, embalses, bromeliáceas y orificios de troncos viejos (Tabla 3-5).

Tabla 3-5. Abundancia relativa de las familias de macroinvertebrados registrados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Phylum	Clase	Orden	Familia	AR%	AB
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	*****	1.36	42
	Oligochaeta	Haplotaxida	*****	28.49	878
Arthropoda	Arachnoidea	Trombidiformes	*****	1.30	40
	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	4.22	130
			Dytiscidae	1.14	35
	Insecta	Coleoptera	Elmidae	0.26	8
			Hydrophilidae	9.34	288
			Lampyridae	0.03	1
			Noteridae	2.43	75
			Scirtidae	1.01	31
			Tenebrionidae	0.06	2
			Ceratopogonidae	1.82	56
			Chironomidae	39.52	1218
			Culicidae	0.75	23
			Empididae	0.06	2
		Diptera	Ephydriidae	0.06	2
			Psychodidae	0.06	2
			Stratiomyidae	1.10	34
			Tabanidae	0.03	1
			Tipulidae	0.23	7
		Ephemeroptera	Baetidae	0.03	1
			Leptohyphidae	0.03	1
		Hemiptera	Belostomatidae	0.29	9
			Corixidae	2.14	66
			Mesovelidae	0.03	1
			Naucoridae	0.36	11
			Notonectidae	0.62	19
			Pleidae	0.03	1
			Veliidae	0.03	1
		Lepidoptera	Pyalidae	0.94	29

Phylum	Clase	Orden	Familia	AR%	AB
Mollusca	Gastropoda	Odonata	Coenagrionidae	1.40	43
			Libellulidae	0.10	3
		Trichoptera	Leptoceridae	0.55	17
		Basommatophora	Physidae	0.10	3
			Planorbiidae	0.06	2
BMWP/Col				180	BUENA

Fuente: GIZ (2016)

Así mismo el orden Haplotaenidia presentó una alta abundancia con el 28.49%. Los oligoneuros son comunes y en general, muy abundantes en los ambientes acuáticos continentales y pueden formar parte de distintas comunidades. Se caracterizan además, por ser cosmopolitas o al menos ampliamente distribuidos Marchese (2009).

Otros órdenes relevantes en el humedal fueron Coleoptera (14, 28%) y Amphipoda (4.22%) y Hemiptera (3.50%). El resto de órdenes encontrados presentaron valores de abundancia relativa por debajo del 2%. Es de resaltar que en el orden Coleoptera la familia Hydrophilidae fue la más abundante, probablemente porque el humedal le ofrece las condiciones ideales para su desarrollo como aguas lénticas con abundante vegetación acuática (Roldán, 2003).

El uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua se basa en el hecho de que dichos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de las comunidades que allí habitan. El análisis del BMWP/Col. en el humedal Toqui-Toqui muestra una calidad buena, indicando que las aguas están muy limpias a limpias (Tabla 3-5), y por lo tanto, puede considerarse como un sitio de interés para conservación.

Así mismo, los resultados del análisis del BMWP/Col. indican que las condiciones del humedal son adecuadas para el establecimiento de gran variedad de organismos que requieren niveles mínimos de contaminación así como aquellos que pueden sobrevivir en hábitats variados y con diferentes tipos de intervención. La mayoría de familias encontradas presentaban valores bioindicación altos como Lampyridae, Acaros y Dytiscidae.

3.2.3.3. *Lepidópteros.*

A. *Composición y abundancia de especies.* Se registraron un total de 87 individuos distribuidos en cuatro familias y 19 especies (Tabla 3-6).

La familia Nymphalidae presentó mayor abundancia relativa con un valor del 45.83% seguida por la familia Pieridae (35.42%), las familias que presentaron la menor abundancia fueron Riodinidae (14.58%) y Papilionidae con (4.17%) (Figura 3-20). La familia Nymphalidae presenta grupos generalistas y especialistas de baja especificidad de hábitat y de amplia distribución, lo que permite que esta familia presente una gran abundancia tanto en áreas conservadas como en zonas con gran intervención antrópica (Campos y Andrade, 2009), permitiéndole una mayor adaptación ecológica en la explotación de los diversos recursos disponibles que en su estado adulto puede ser néctar (gremio nectarívoro) sales minerales disueltos en la arena húmeda (gremio hidrófilo) y materia orgánica en descomposición (gremio acimófago) esto obedece a que es la familia con mayor número de subfamilias en el Neotrópico (García *et al.*, 2002).

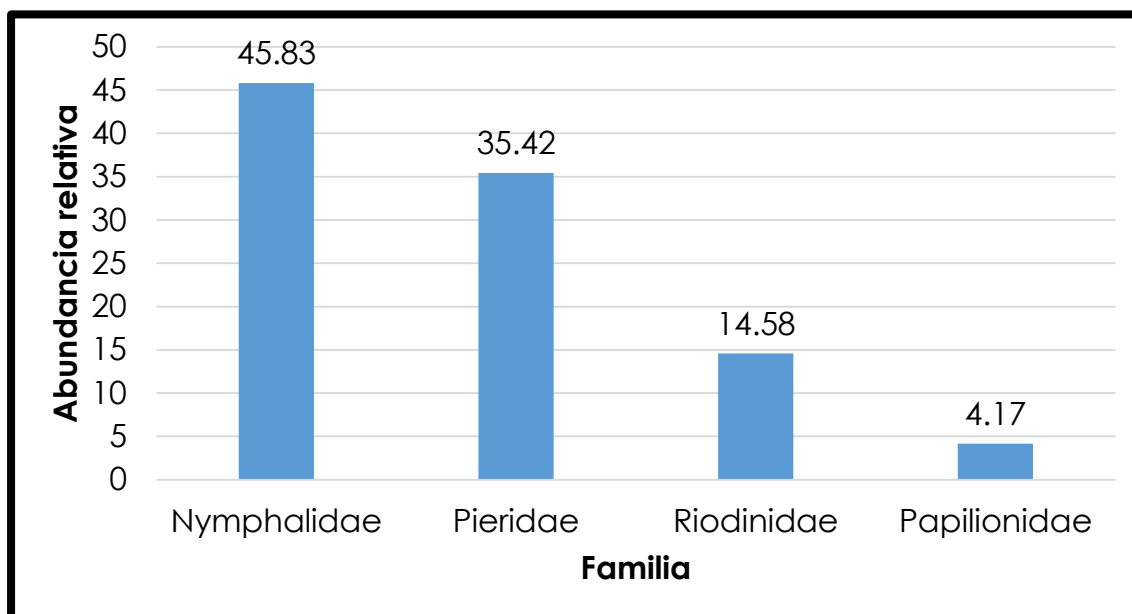
Tabla 3-6. Abundancia relativa de las especies de mariposas registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Familia	Especie	AB	AR%
Nymphalidae	<i>Danaus gilippus</i>	3	6.25
	<i>Euptoieta hegesia</i>	1	2.08
	<i>Heliconius erato</i>	3	6.25
	<i>Heliconius ethilla</i>	2	4.17
	<i>Hypoleria ocalea gephira</i>	3	6.25
	<i>Mechanitis menapis</i>	5	10.42
	<i>Mechanitis polymnia</i>	2	4.17
	<i>Pyrrhogyra otolais</i>	3	6.25
Papilionidae	<i>Parides erithalion</i>	2	4.17
Pieridae	<i>Ascia monuste</i>	4	8.33
	<i>Eurema venusta</i>	5	10.42
	<i>Melete leucadia</i>	8	16.67
Riodinidae	<i>Melanis electron</i>	7	14.58

Fuente: GIZ (2022)

La familia Pieridae se caracteriza por poseer atributos adecuados para la calidad del hábitat (Brown, 1991), también es de amplia distribución permitiéndole ser encontradas en zonas muy perturbadas hasta conservadas (Clench, 1966). El rango de distribución les permite una mejor respuesta adaptativa a las restricciones ambientales como la altitud, precipitación, temperatura y vientos (Dennis, 1993).

Figura 3-20. Abundancia relativa de las familias de mariposas presentes en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



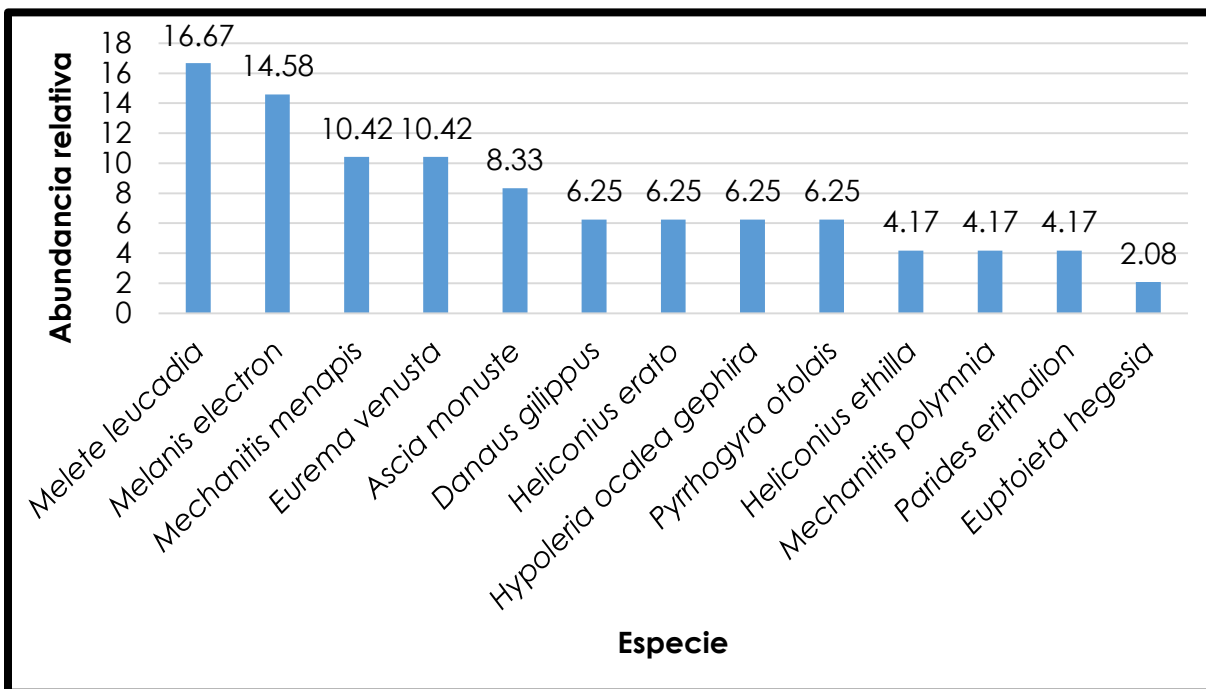
Fuente: GIZ (2022)

La especie *Melete leucadia* presentó mayor valor de abundancia 16.67% seguida por *Melanis electron* 14.58%, mientras que *Mechanitis menapis* y *Eurema venusta* presentaron el mismo valor (10.41%) seguidos por *Ascia monuste* (8.33%). Por su parte las especies *Danaus gilippus*, *Heliconius erato*, *Hypoleria ocalea* y *Pyrrhogyra otolais* presentaron la misma abundancia (6.25%). Finalmente, la especie que presentó el menor valor de abundancia correspondió a *Euptoieta hegesia* (2.8%) (Figura 3-21).

La especie *Melete leucadia* alimentan de plantas de las familias Asteraceae, Malvaceae, Melastomataceae y Fabaceae. Las plantas hospederas reportadas incluyen los géneros *Eupatorium*, *Gossypium*, *Melastoma*, *Pithecellobium*, *Albizia*, *Inga* y *Acacia* (Pizano y García, 2014).

B. *Especies de interés para la conservación.* No se registraron especies endémicas, amenazadas, migratorias o categorizadas dentro del CITES.

Figura 3-21. Abundancia relativa de las especies de mariposas registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

3.2.3.4. Ictiofauna.

A. *Composición y abundancia de especies.* Al momento del monitoreo en el cuerpo de agua se observó, vegetación ripiara en las márgenes del mismo con abundante cobertura en la zona litoral. De manera general, se evidencio una gran cantidad de macrófitas flotantes y enraizadas en las orillas, dificultando el acceso al espejo de agua. Por tal motivo se evaluaron dos puntos de muestreo en las orillas en donde se encontraron pequeños fragmentos de espejo de agua libre.

La estación EHTT1, se caracterizó por presentar macrófitas como lechuga y lenteja de agua, con sustratos de materia orgánica (detritos) y hojarasca. La profundidad fue de un metro en la zona más profunda. Al momento del muestreo se registró una temperatura de 25.4°C, conductividad de 94.1 μ s, pH 7.4 y oxígeno disuelto de 0.9 mg/L (Figura 3-22)

La estación EHTT2, se caracterizó por presentar menos densidad de macrófitas flotantes, sustrato con abundante hojarasca y profundidad máxima de 60 cm. Al momento del muestreo se registró una temperatura de 25.3°C, conductividad de 112.2 μ s, pH 7.46 y oxígeno disuelto de 1.0 mg/L (Figura 3-22).

Figura 3-22. Estaciones evaluadas en el humedal Toqui-Toqui durante el mes de mayo del 2022.



EHTT1



EHTT2

Fuente: GIZ (2022)

Durante la actualización del plan de manejo ambiental (PMA) del humedal Toqui-Toqui realizada durante el mes de mayo del año 2022, se registraron dos especies de la familia Poeciliidae, orden Blenniiformes (Tabla 3-7). De las cuales *Poecilia caucana*, fue la más abundante.

Tabla 3-7. Abundancia relativa de las especies de peces registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Clase	Orden	Familia	Especie	EHTT1	EHTT2	Total
Actinopteri	Blenniiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia caucana</i>	21	62	83
			<i>Poecilia reticulata</i>	0	29	29

Fuente: GIZ (2022)

Los valores de los índices de diversidad fueron bajos, debido a que solo se registraron dos especies del género *Poecilia*. De las dos estaciones evaluadas, La EHTT2 localizada hacia la zona sureste del humedal fue la más diversa ya que registro las dos especies (Tabla 3-7). Los valores de dominancia fueron altos debido a la presencia y abundancia de la especie *Poecilia caucana*.

B. Aspectos ecológicos. La gran dominancia espacial del orden Blenniiformes anteriormente conocido como Cyprinodontiformes, se debe a la presencia y abundancia de las especies *Poecilia caucana* y *Poecilia reticulata* comúnmente conocidos como guppies. Estos, se asocian principalmente a zonas intervenidas,

con aguas someras, bajo caudal, cálidas y bajas en oxígeno, las cuales coinciden con lo observado en el humedal Toqui-Toqui. Estas condiciones ambientales son aptas para el desarrollo de estos organismos ya que pueden tolerar zonas con bajos niveles de oxígeno. Lo que hace que sean indicadoras de ambientes degradados con altas cargas de nutrientes (Casatti *et al.*, 2009).

C. *Especies de interés para la conservación.* Las especies registradas se encuentran en categoría de preocupación menor (LC) (Tabla 3-8). Esta categoría hace referencia a que estas especies han sido evaluadas en diferentes estudios y no se encuentran en ningún tipo de peligro, adicionalmente, estas especies son abundantes y se encuentran bien distribuidas.

Es importante resaltar que estas dos especies son de uso ornamental. Esto mismo ha hecho que la especie *Poecilia reticulata* se halla introducido en más de 60 países a nivel mundial. En Colombia esta categorizada como trasplantada en las cuencas del Magdalena-Cauca, Amazonas y Pacífico (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Tabla 3-8. Especies de interés para la conservación de peces registrados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima. IUCN: preocupación menor (LC).

Especie	IUCN	CITES	Res/1912-2017	Observaciones
<i>Poecilia caucana</i>	LC	NE	NE	Uso ornamental
<i>Poecilia reticulata</i>	LC	NE	NE	Especie Trasplantada, uso ornamental

*NE: No evaluado o no aplica.

Fuente: GIZ (2022)

Durante el PMA del humedal Toqui-Toqui, realizado en el año 2016, no se reportaron las especies registradas en la actualización del mismo en el 2022. Sin embargo, es importante resaltar que durante el 2016 se registraron 17 especies, tres órdenes y siete familias (GIZ y CORTOLIMA, 2016). De las cuales cinco fueron de interés comercial y una (*Hypostomus hondae*) se encontraba casi amenazada (NT). De manera general, se observa una disminución drástica en la diversidad y riqueza frente a lo reportado en el año 2016, sin embargo, esto posiblemente es debido a los hábitats evaluados en el 2022, los cuales fueron orillas con abundante materia orgánica en los cuales se registran muy pocas especies.

La alta densidad de macrófitas observada en la zona litoral del humedal, puede relacionarse con la alta carga de nutrientes presentes en el mismo. Esto, podría ser indicativo de que este se encuentra eutrofizado, afectando de manera negativa la riqueza y diversidad de la fauna íctica.

3.2.3.5. *Herpetofauna.*

A. *Composición y abundancia de especies.* A partir de la evaluación del humedal Toqui-Toqui en el municipio de Piedras y con un esfuerzo de muestreo de 11 horas/día/hombre, se registró un total 125 individuos, representados en siete especies de anfibios y tres de reptiles, agrupados en tres órdenes, seis familias, siete géneros y diez especies (Tabla 3-9). La clase Amphibia presentó la mayor riqueza (siete especies) y abundancia (85%), seguido de la clase Reptilia con 25 individuos (tres especies; 15%), información que coincide con los estudios previos para este grupo taxonómico (Galvis-Rizo *et al.*, 2015; Clavijo-Garzón *et al.*, 2018).

Tabla 3-9. Abundancia relativa de las especies de herpetos registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

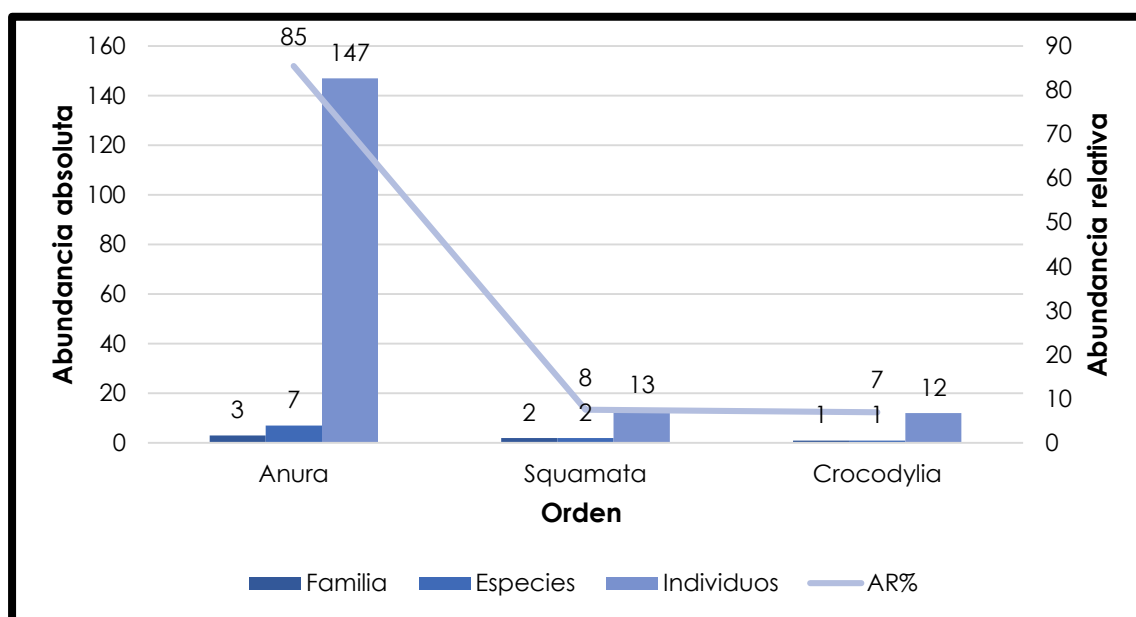
Clase	Orden	Familia	Especies	AB	AR%
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i>	22	13
			<i>Rhinella gr margaritifera</i>	14	8
		Hylidae	<i>Boana platanera</i>	18	10
		Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	28	16
			<i>Leptodactylus fuscus</i>	26	15
			<i>Leptodactylus insularum</i>	15	9
			<i>Engystomops pustulosus</i>	24	14
Reptilia	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	12	7
	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus galeritus</i>	2	1
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	11	6

Fuente: GIZ (2022)

Las dos clases Amphibia y Reptilia, presentaron el mismo número de familias (Figura 3-23), pero difirieron de sus abundancias. De este modo, la clase Amphibia registró la mayor riqueza y abundancia con siete especies y 147 individuos, mientras que la clase Reptilia registró una riqueza de tres especies y una abundancia de 25 individuos. Esta diversidad y riqueza se convierte en un factor determinante y de resaltar ya que conocer la relación de los anfibios y reptiles con las variables bióticas y abióticas de su ambiente y la estructura vegetal permite entender las dinámicas espacio-temporal e identificar grupos

de especies sensibles para priorizar su conservación de hábitats y las especies que habitan allí (Urbina-Cardona *et al.*, 2011).

Figura 3-23. Abundancia relativa y número de familias por orden de la Herpetofauna (anfibios y reptiles) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

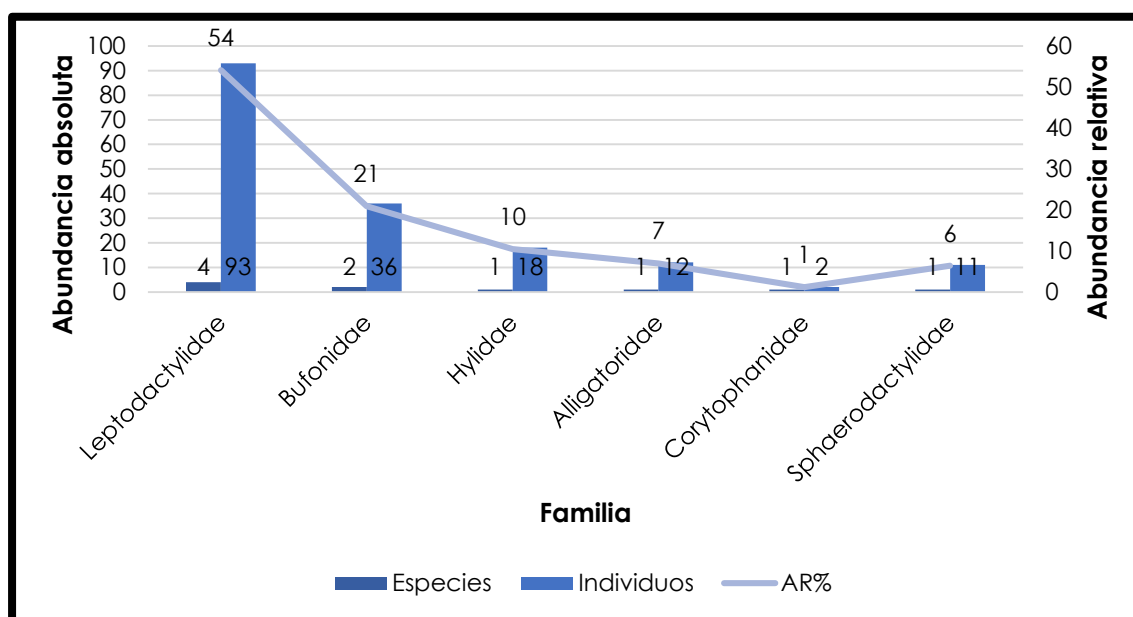


Fuente: GIZ (2022)

A nivel de familias Leptodactylidae fue la más abundante y tuvo el mayor número de especies e individuos (cuatro especies; 93 individuos; 54%), tres especies pertenecientes al género *Leptodactylus* y una al género *Engystomops*; seguido en abundancia por la familia Bufonidae con dos especies del género *Rhinella* y 36 individuos lo que representan el 21% (Figura 3-24).

Para la clase Reptilia, la familia Alligatoridae fue la más abundante con 12 individuos, representado con una especie y el 7% de su abundancia relativa. En ese sentido, la baja riqueza y abundancia de reptiles permite suponer que hay condiciones adversas más permanentes que dificultan su permanencia en el área o humedal lo que afectó que no fueran identificadas en el muestreo, como el auge de construcciones de gran altura y alta capacidad de poblamiento en las inmediaciones del humedal Toqui-Toqui, adicional a ello, algunas actividades antropogénicas que alteran el paisaje creando un mosaico de ambientes, en muchos casos que no favorecen el establecimiento de esta fauna (Urbina-Cardona *et al.*, 2006).

Figura 1-24. Abundancia relativa y número de especies por familias de la Herpetofauna (anfibios y reptiles) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

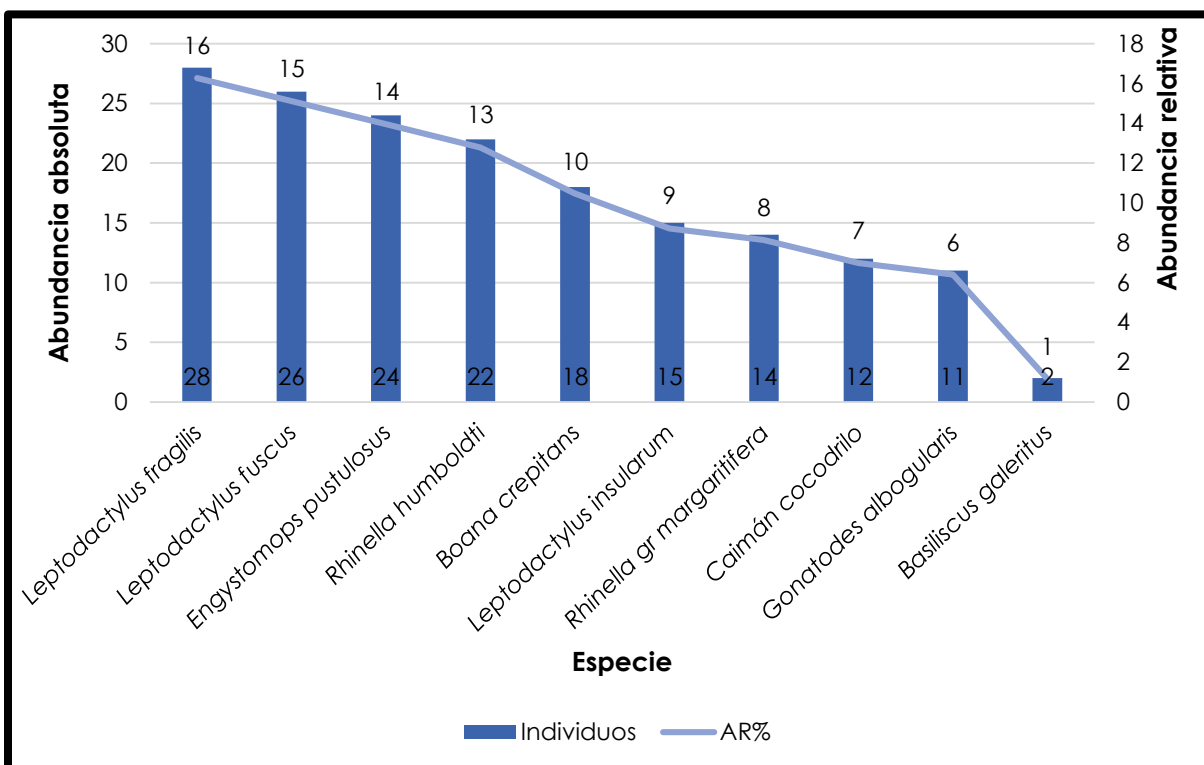


Fuente: GIZ (2022)

Es de resaltar que las especies *Leptodactylus fragilis* (28 individuos), *Leptodactylus fuscus* (26 individuos), *Engystomops pustulosus* (24 individuos) y *Rhinella humboldti* (22 individuos), se registran como las más abundantes en este humedal lo que representaron el 16, 15, 14 y 13% de la abundancia relativa (Figura 3-25), resultados que se ven relacionados quizás con la fragmentación, la riqueza de especies no es una variable de respuesta adecuada para ver cambios en los ensamblajes de anfibios en gradientes de hábitat, debido a que en paisajes transformados hay especies provenientes de áreas antropogénicas que llegan a los bordes de los bosques (ecotonos) incrementando la riqueza específica en algunos hábitats perturbados con respecto a ambientes maduros y conservados (Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2008).

Es de resaltar que los cambios en composición y diversidad funcional se pueden explicar en mayor medida por cambios en la cobertura de dosel y profundidad de hojarasca. En este sentido, los cultivos y humedales proveen hábitat para los anfibios del género *Leptodactylus*, dado que como parte del manejo se mantiene la capa de hojarasca en el suelo (Duré y Kehr, 2004), información que se vuelve primordial para la evaluación y conservación de las especies que habitan y utilizan los humedales en las zonas bajas asociadas a fragmentos de Bs-T en el departamento del Tolima.

Figura 3-25. Abundancia relativa y número de especies de la Herpetofauna (anfibios y reptiles) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

B. Aspectos ecológicos y especies de interés para la conservación. De las 723 especies de anfibios de Colombia que han sido evaluadas por la IUCN y que presentan polígonos de distribución (IUCN 2013), 58 están distribuidas en zonas del bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. De éstas, ninguna especie se encuentra en peligro o vulnerable, estando las diez especies en preocupación menor (LC). Sin embargo, es de resaltar a *Caiman crocodilus*, que se encuentran en Apéndice II según el Estatus de conservación: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), es de priorizar los humedales por superponerse o estar asociadas con las áreas naturales protegidas gubernamentales del país como son los Bs-T (Urbina-Cardona *et al.*, 2011) (Tabla 3-10).

Tabla 3-10. Especies de interés para la conservación de herpetos registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima. IUCN: preocupación menor (LC).

Clase	Orden	Familia	Especies	IUCN	CITES
	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i>	LC	NE

Clase	Orden	Familia	Especies	IUCN	CITES
Amphibia		Hylidae	<i>Rhinella margaritifera</i>	LC	NE
			<i>Boana platanera</i>	LC	NE
			<i>Leptodactylus fragilis</i>	LC	NE
			<i>Leptodactylus fuscus</i>	LC	NE
			<i>Leptodactylus insularum</i>	LC	NE
			<i>Engystomops pustulosus</i>	LC	NE
Reptilia	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	LC	II
	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus galeritus</i>	LC	NE
		Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	LC	NE

*Las abreviaturas corresponden a las descritas en La Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN, 2022. Preocupación menor (LC), Estatus de conservación: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); NE: No evaluado o no aplica.

Fuente: GIZ (2022)

Por otro lado, al realizar la comparación de los resultados presentes en este estudio (2022; Tabla 3-11), con los reportes realizados por la Universidad del Tolima (GIZ y CORTOLIMA, 2014) e información secundaria registrada en este mismo Plan de Manejo Ambiental (GIZ y CORTOLIMA, 2016), se observa un menor número de especies en el presente estudio quizás se deba a la fuerte intervención antrópica. Sin embargo, bajo este escenario, la biodiversidad de la región del Tolima ha podido responder de manera negativa y gradual a estas perturbaciones. Esto contrasta con las transformaciones más drásticas y rápidas que se han dado en ambientes con fuertes intervenciones durante las últimas décadas lo que ha afectado la abundancia, diversidad y riqueza de la herpetofauna en algunas zonas (Etter *et al.*, 2008) (Tabla 3-11).

Tabla 3-11. Comparación de las especies de anfibios y reptiles y su abundancia, registradas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA 2016) del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Registro	Familia	Especie	AR%
GIZ y CORTOLIMA (2016)	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	1
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	1
		<i>Engystomops pustulosus</i>	1

Registro	Familia	Especie	AR%
	Bufonidae	<i>Rhinella granulosa</i>	1
		<i>Rhinella marina</i>	1
		<i>Rhinella margaritifera</i>	1
	Hylidae	<i>Hypsiboas platanera</i>	1
		<i>Dendropsophus microcephalus</i>	1
	Teiidae	<i>Ameiva sp.</i>	1
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	1
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	1
	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	1
Estudio Actual-2022	Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i>	13
		<i>Rhinella gr margaritifera</i>	8
	Hylidae	<i>Boana platanera</i>	10
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	16
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	15
		<i>Leptodactylus insularum</i>	9
		<i>Engystomops pustulosus</i>	14
	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus</i>	7
	Corytophanidae	<i>Basiliscus galeritus</i>	1
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	6

Fuente: GIZ (2022)

3.2.3.6. Avifauna.

A. *Composición y abundancia de especies.* Con un esfuerzo de muestreo de 65 horas red y aproximadamente 780 minutos de observaciones libres y en puntos de conteo, se registraron 32 especies de aves distribuidas en 19 familias y 11 órdenes (total registros: 73) (Tabla 3-12).

En comparación con los resultados obtenidos por Losada-Prado y Molina-Martínez (2011) (297 especies), en este estudio se encontró el 14.48% de las especies reportadas para el bosque seco tropical del Tolima y el 29.25% de las especies comúnmente observadas en algunos humedales de zonas bajas del departamento (147 especies) (Pacheco-Vargas et al., 2018).

Tabla 3-12. Abundancia relativa de las especies de aves registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Orden	Familia	Especie	AB	AR%	CE
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	1	1.08	IVb

Orden	Familia	Especie	AB	AR%	CE
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	1	1.08	II
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	2	2.15	III
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	9	9.68	II
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	5	5.38	III
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>	1	1.08	IVb
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	2	2.15	IVa
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	4	4.30	IVb
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	1	1.08	IVb
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	1	1.08	IVb
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	1	1.08	IVb
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	2	2.15	II
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	2	2.15	II
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates kirkii</i>	2	2.15	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	1	1.08	III
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	3	3.23	III
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	2	2.15	II
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmeciza longipes</i>	2	2.15	II
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	3	3.23	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	5	5.38	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	3	3.23	II
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	1	1.08	III
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	1.08	III
Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	5	5.38	III
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	3	3.23	II
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	1	1.08	II
Passeriformes	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	1	1.08	III
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	2	2.15	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	1	1.08	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	1	1.08	II
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	1	1.08	III
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	3	3.23	II

*CE: Categoría ecológica.

Fuente: GIZ (2022)

Así mismo, teniendo en cuenta un estudio previo realizado en el humedal (GIZ y CORTOLIMA, 2016), se detectaron 26 especies que habían sido registradas previamente (Tabla 3-13) y se incluyeron seis especies nuevas, completando un total de 84 especies observables dentro del área de estudio. La ausencia de especies migratorias dentro de este muestreo, coincide con el hecho de que estas especies llegan al país a finales de septiembre y regresan a su zona de reproducción a principios de marzo (Ocampo-Peñuela, 2010), por lo cual, el período de muestreo no se solapó con el de migración.

Tabla 3-13. Especies registradas previa y actualmente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Orden	Familia	Especie	2013	2022
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	X	X
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	X	X
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	X	X
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	X	
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	X	X
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	X	X
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	X	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalybura buffonii</i>	X	
Gruiformes	Aramidae	<i>Aramus guarauna</i>		X
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinica</i>	X	
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus albigularis</i>	X	
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	X	X
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	X	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	X	
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana jacana</i>	X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Pilherodius pileatus</i>	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	X	
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	X	X
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	X	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	X	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	X	
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	X	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	X	X
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	X	X
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	X	
Galbuliformes	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>		X
Piciformes	Picidae	<i>Picumnus olivaceus</i>	X	
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>		X

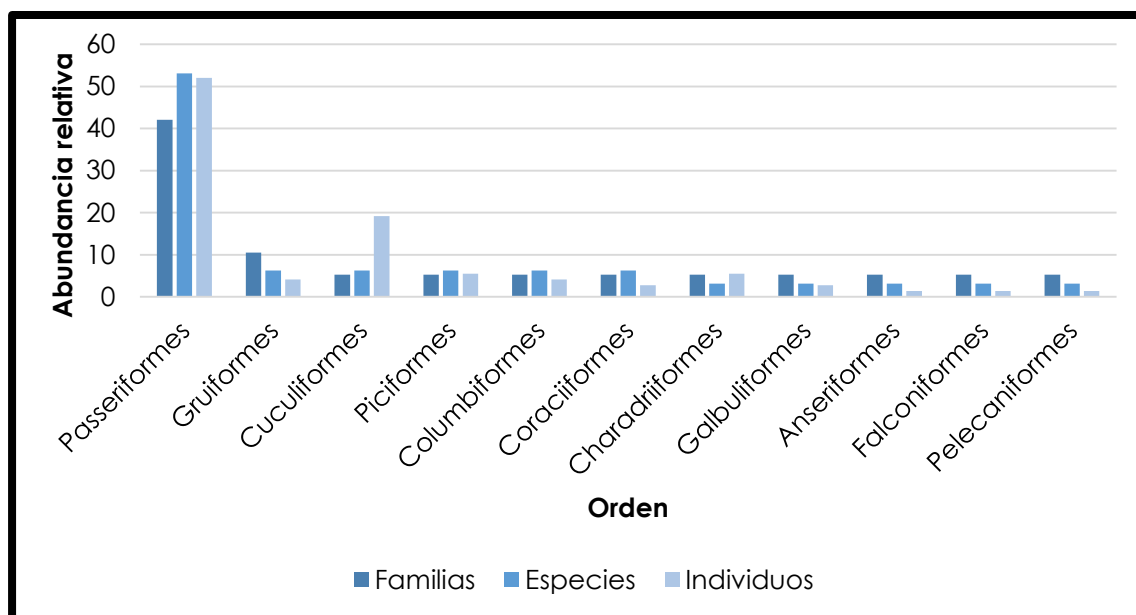
Orden	Familia	Especie	201 3	202 2
Piciformes	Picidae	<i>Dryobates kirkii</i>	X	X
Piciformes	Picidae	<i>Colaptes punctigula</i>	X	
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	X	
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	X	X
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris jugularis</i>	X	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	X	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i>	X	X
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	X	
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Formicivora grisea</i>	X	X
Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmeciza longipes</i>	X	X
Passeriformes	Furnariidae	<i>Certhiaxis cinnamomeus</i>	X	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Poecilatriccus sylvia</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus lictor</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>		X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes cayanensis</i>		X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Fluvicola pica</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Arundinicola leucocephala</i>	X	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax virescens</i>	X	
Passeriformes	Vireonidae	<i>Hylophilus flavipes</i>	X	X
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	X	
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	X	X
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	X	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	X	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	X	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cantorchilus leucotis</i>	X	X
Passeriformes	Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	X	
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	X	

Orden	Familia	Especie	2013	2022
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	X	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	X	
Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremonops conirostris</i>	X	
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	X	
Passeriformes	Icteridae	<i>Chrysomus icterocephalus</i>	X	X
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	X	
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	X	
Passeriformes	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	X	
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>		X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	X	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	X	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	X	X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila minuta</i>	X	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila nigricollis</i>	X	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	X	X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Saltator striatipectus</i>	X	X
Passeriformes	Thraupidae	<i>Melanospiza bicolor</i>	X	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	X	X

Fuente: GIZ (2022)

El orden más diverso y abundante fue Passeriformes con ocho familias, 17 especies y 38 registros (Figura 3-26), seguido respecto al número de familias por Gruiformes con dos; los demás órdenes presentaron una sola familia. Así mismo, partiendo del número de especies, los órdenes Columbiformes, Coraciiformes, Cuculiformes, Gruiformes y Piciformes fueron los siguientes más ricos con dos especies cada uno; los demás órdenes registraron una sola especie (Figura 3-26).

Figura 3-26. Abundancia relativa de familias, especies y registros en los órdenes de aves presentes en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



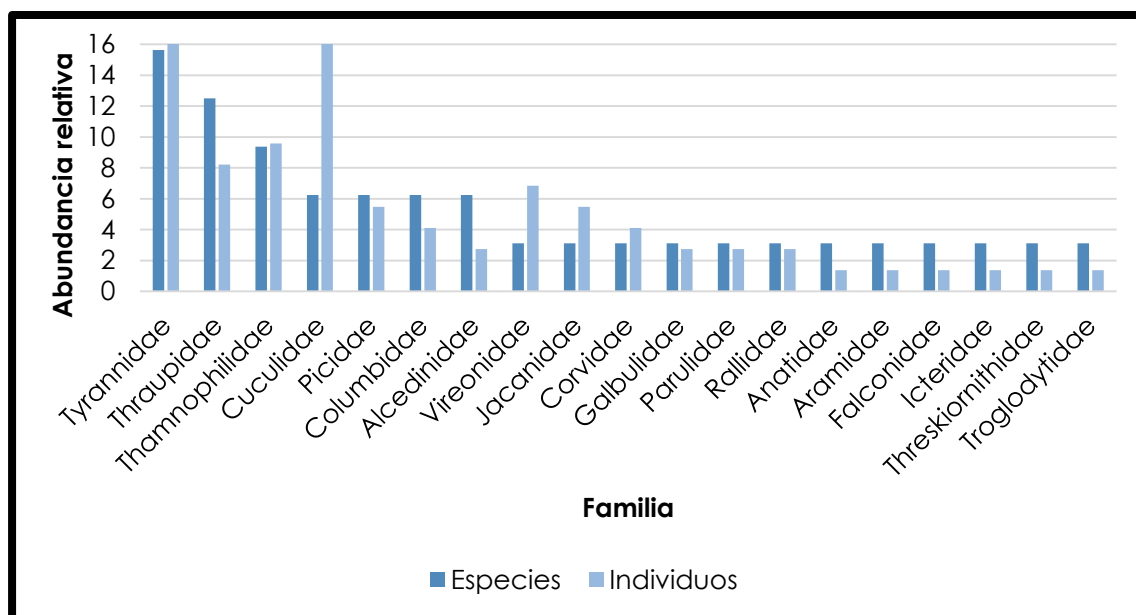
Fuente: GIZ (2022)

De acuerdo con autores como Manchado y Peña (2000), Hilty y Brown (2001) y Ricklefs (2012), estos resultados no solo se ajustan a lo reportado para el bosque seco tropical del Tolima (Losada-Prado y Molina-Martínez, 2011), sino también a los patrones de diversidad mundial y neotropical, ya que el orden Passeriformes se posiciona como el más diverso dentro de la clase aves debido a que se compone de especies adaptadas a todos los hábitats.

Además, estos resultados coinciden con la información conocida para otros humedales de zonas bajas en el departamento del Tolima como, La Garcera, La Herreruna, La Zapuna, Albania, Azuceno, La Huaca, Laguna De Coya, Las Garzas, Río Viejo, Saldañita, Toqui-Toqui, Caracolí, Chicualí, El Silencio, El Toro, Gavilán, Corinto, El Suizo, entre otros (GIZ y CORTOLIMA, 2010, 2013-2015, 2016, 2019; Pacheco-Vargas *et al.*, 2018).

En cuanto al número de especies y registros, la familia con mayor riqueza y abundancia fue Tyrannidae (cinco especies, 17.81% de los registros) (Figura 3-27), seguida en el número de especies por Thraupidae y Thamnophilidae (con cuatro y tres respectivamente) y en el número de detecciones por Cuculidae y Thamnophilidae, las cuales suman el 28.77% de los registros.

Figura 3-27. Abundancia relativa de especies y registros por familia de aves presentes en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

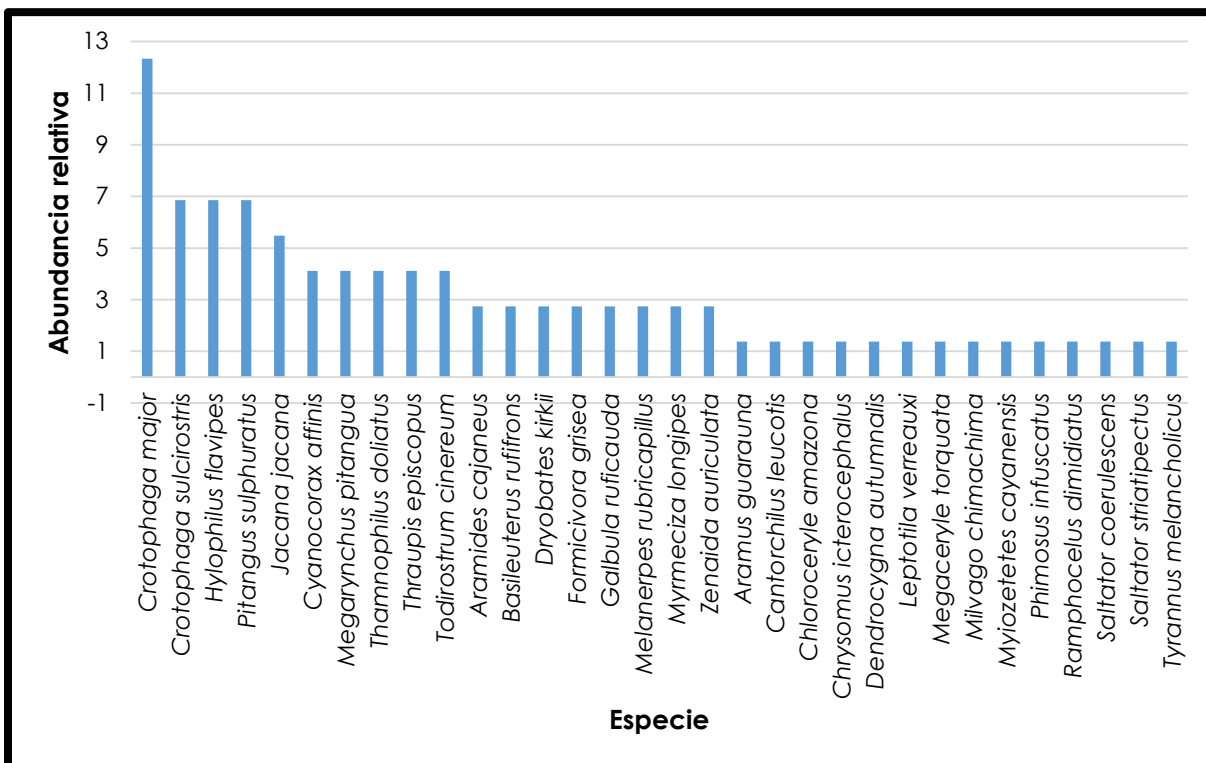
Este resultado coincide con lo reportado para América (AOU, 1998) y la región neotropical en donde ambas familias, Tyrannidae y Thraupidae se posicionan entre las más abundantes y diversas (Traylor, 1977) y autores como Isler y Isler (1987) señalan que su diversidad está dada por el hecho de que dos tercios de sus especies ocurren completamente en la región. Así mismo, ambas familias se registran como las más abundantes a nivel a nivel nacional (Hilty y Brown, 2001) y departamental en diferentes humedales ubicados por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar en el Tolima (por ejemplo, La Herreruna, La Zapuna, Azuceno, La Huaca, Laguna De Coya, Saldañita, Toqui-Toqui, Chicualí, El Silencio, El Toro, Gavilán, Corinto y El Suizo) (GIZ y CORTOLIMA, 2010, 2013-2015, 2016, 2017, 2019; Pacheco-Vargas *et al.*, 2018).

Por otro lado, tanto Thraupidae como Tyrannidae son familias muy comunes en tierras intervenidas o destinadas a la agricultura (Hilty y Brown, 2001), ya que la mayor parte de sus especies presentan bajos requerimientos de hábitat en términos de cobertura vegetal y presencia humana, mostrando dietas a base de insectos, semillas y frutas, los cuales constituyen recursos cuantiosos en zonas intervenidas (Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society, 2012), por lo cual su abundancia dentro del humedal es de esperar ya que en el área circundante se registran cultivos de arroz y una notable intervención antrópica.

Las especies más abundantes fueron *Crotophaga major*, *Crotophaga sulcirostris*, *Hylophilus flavipes* y *Pitangus sulphuratus* con entre nueve y cinco registros cada una (Figura 3-28). La abundancia de estas especies se asocia al hecho de que la mayoría de ellas son muy activas y constituyen aves comunes en lagunas de

agua dulce con cobertura arbórea en sus márgenes o en áreas semiabiertas con intervención humana (Hilty y Brown, 2001).

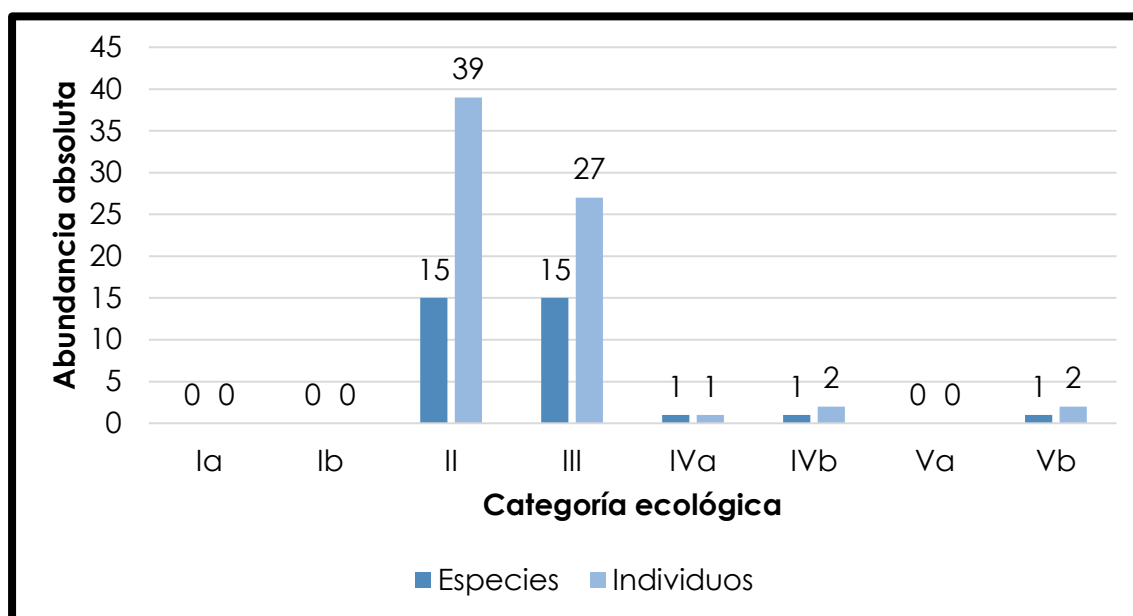
Figura 3-28. Abundancia total de registros de las especies de aves detectadas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

B. *Categorías ecológicas y especies de interés para la conservación.* Las categorías ecológicas que más especies e individuos registraron en el humedal Toqui-Toqui fueron la II (14 especies, 34 registros) y la III (11 especies, 28 registros), dentro de las cuales se agrupan aquellas especies con alta tolerancia a la intervención humana y bajos requerimientos de hábitat (Stiles y Bohórquez, 2000) (Figura 3-29).

Figura 3-29. Número de especies e individuos presentes en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima según su categoría ecológica.



Fuente: GIZ (2022)

Este resultado puede relacionarse con el hecho de que el cuerpo de agua monitoreado se encuentra altamente intervenido, presentando coberturas vegetales como rastrojos u otros tipos de vegetación sucesional, pastizales y en menor medida bosques secundarios, las cuales sirven de hábitat para las especies generalistas pertenecientes a estas categorías.

- **Especies en categoría IUCN.** Al revisar los libros rojos de aves de Colombia (Renjifo *et al.*, 2002; Renjifo *et al.*, 2014) y la lista roja de la IUCN (2022) en el humedal Toqui-Toqui no se registraron especies en categorías de amenaza, de modo que todas las especies detectadas se localizan en la categoría “preocupación menor” (LC) según la IUCN (Tabla 3-14).
- **Especies en apéndices CITES.** Del total de especies reportadas, una se encuentran dentro del apéndice II y una en el apéndice III del CITES, constituyendo especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían estarlo si no se controla su comercio (Roda *et al.*, 2003) (Tabla 3-14).
- **Especies migratorias.** Con base en las listas de aves elaboradas por Naranjo y Espinel (2009), Naranjo *et al.* (2012), Avendaño *et al.* (2017) y Ayerbe (2018), no se registraron especies migratorias dentro del humedal. Como se

mencionó anteriormente, la ausencia de especies migratorias está relacionada con el hecho de que durante la época en la cual se realizó el muestreo (mayo), estas especies no se hallan en el país (Ocampo-Peñuela, 2010).

- **Especies endémicas.** Con base en lo reportado por Chaparro-Herrera *et al.* (2013), Avendaño *et al.* (2017) y Ayerbe (2018), en el humedal Toqui-Toqui se registraron dos especies casi endémicas, *Cyanocorax affinis* y *Ramphocelus dimidiatus* las cuales corresponden a especies que presentan la mitad o más de su distribución en Colombia, mostrando extensiones más pequeñas en uno o más países vecinos (Chaparro-Herrera *et al.*, 2013) (Tabla 3-14).

Tabla 3-14. Especies de interés para la conservación de aves registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima. IUCN: preocupación menor (LC).

Orden	Familia	Especie	CITES	IUCN	Estatus
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	III	LC	R
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	II	LC	R
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	NE	LC	R-CE
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	NE	LC	R-CE

*CE: Casi endémicas; NE: No evaluado o no aplica.

Fuente: GIZ (2022)

3.2.3.7. Mastofauna.

A. *Composición y abundancia de especies.* En una noche de muestreo se registraron dos órdenes, cinco familias, 14 géneros y 24 especies (Tabla 3-15), lo que corresponde al 4.41% de la diversidad de la mastofauna presente a nivel nacional (Ramírez-Chaves *et al.*, 2021). Entre los pequeños mamíferos no voladores se registraron únicamente una especie (*Sigmodon alstoni*), con un éxito de captura total de 0.01 individuos/observación-noche y una sola captura.

Tabla 3-12. Abundancia relativa de las especies de mamíferos registrados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	AB	AR%	Método
Chiroptera	Emballonuridae		<i>Peropteryx macrotis</i>	1	3	RN
			<i>Rhynchonycteris naso</i>	1	3	RN
			<i>Saccopteryx bilineata</i>	2	5	RN
			<i>Saccopteryx leptura</i>	1	3	RN
	Carollinae		<i>Carollia brevicauda</i>	1	3	RN
			<i>Carollia castanea</i>	2	5	RN
			<i>Carollia perspicillata</i>	4	10	RN
			<i>Glossophaga longirostris</i>	1	3	RN
	Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	1	3	RN
			<i>Lophostoma silvicola</i>	2	5	RN
	Phyllostominae					

Orden	Familia	Subfamilia	Especie	AB	AR%	Método
		Stenodermatinae	<i>Phyllostomus discolor</i>	1	3	RN
			<i>Trachops cirrhosus</i>	1	3	RN
			<i>Artibeus lituratus</i>	1	3	RN
			<i>Artibeus planirostris</i>	1	3	RN
			<i>Artibeus phaeotis</i>	1	3	RN
			<i>Sturnira erythromos</i>	1	3	RN
			<i>Sturnira giannae</i>	5	13	RN
			<i>Sturnira tildae</i>	2	5	RN
	Molossidae		<i>Molossus molossus</i>	2	5	RN
	Vespertilionidae		<i>Eptesicus brasiliensis</i>	1	3	RN
			<i>Myotis albescens</i>	1	3	RN
			<i>Myotis nigricans</i>	2	5	RN
			<i>Myotis riparius</i>	3	8	RN
Rodentia	Cricetidae		<i>Sigmodon alstoni</i>	1	3	OBS

*Las abreviaturas corresponden a los métodos: Redes de Niebla (RN), Trampa Huella (TH) y Trampa-Cámara (TC).

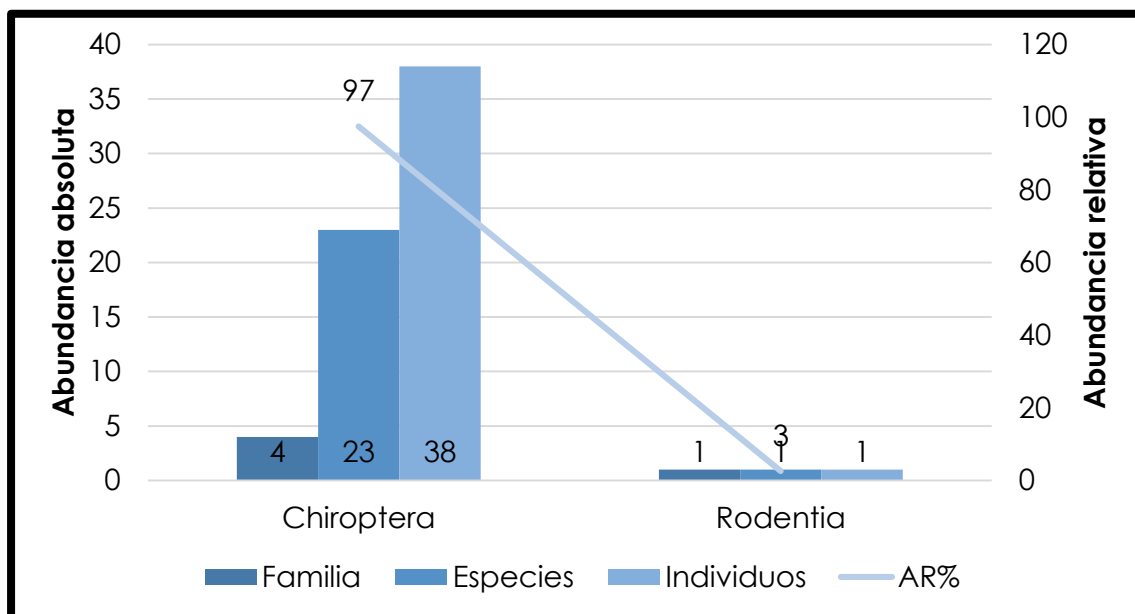
Fuente: GIZ (2022)

Con un esfuerzo de muestreo de 38 Noches/h/m² red y 12 noches-trampa cámara se capturaron 39 mamíferos (Figura 3-30), siendo el orden Chiroptera a quien corresponde la mayor abundancia (97%) y riqueza (23 especies) en este humedal, información que coincide con los listados de especies de quirópteros a escala departamental (García-Herrera *et al.*, 2019).

La familia Phyllostomidae fue la mejor representada con el 63% (14 especies; 24 individuos), seguida por seis especies de la subfamilia Stenodermatinae, tres de las subfamilias Phyllostominae y Carolliinae, y dos especies de Glossophaginae (Figura 3-31). La segunda mayor representación la obtuvo Vespertilionidae con el 18% (cuatro especies; siete individuos).

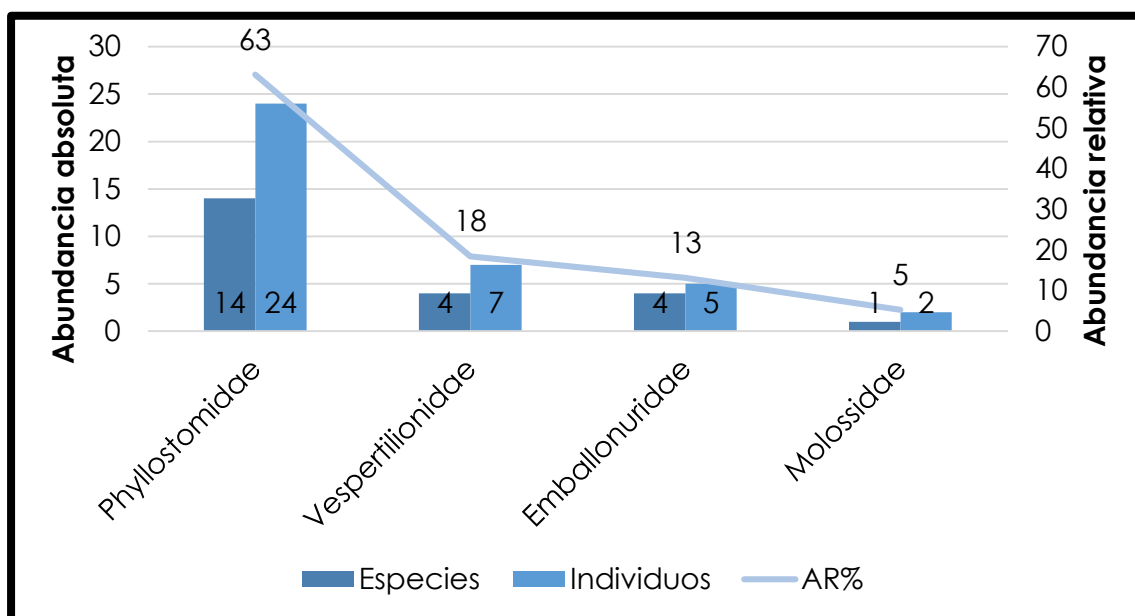
Por su parte, las familias Emballonuridae y Molossidae aportaron cuatro y una especies, con cinco y dos individuos respectivamente. Los resultados obtenidos evidencian que Chiroptera y Phyllostomidae como el orden y familia son las mejores representadas con 23 especies para el orden y 14 para la familia, información que coincide con lo observado para la mastofauna del Neotrópico (López-Higareda, 2006) y para la cordillera central colombiana (Castaño y Corrales, 2010) y para el departamento (García-Herrera *et al.*, 2019).

Figura 3-30. Abundancia relativa y número de familias por orden de la mastofauna (mamíferos voladores, pequeños y no voladores) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Figura 3-31. Abundancia relativa y número de especies por familias de la mastofauna (mamíferos voladores) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

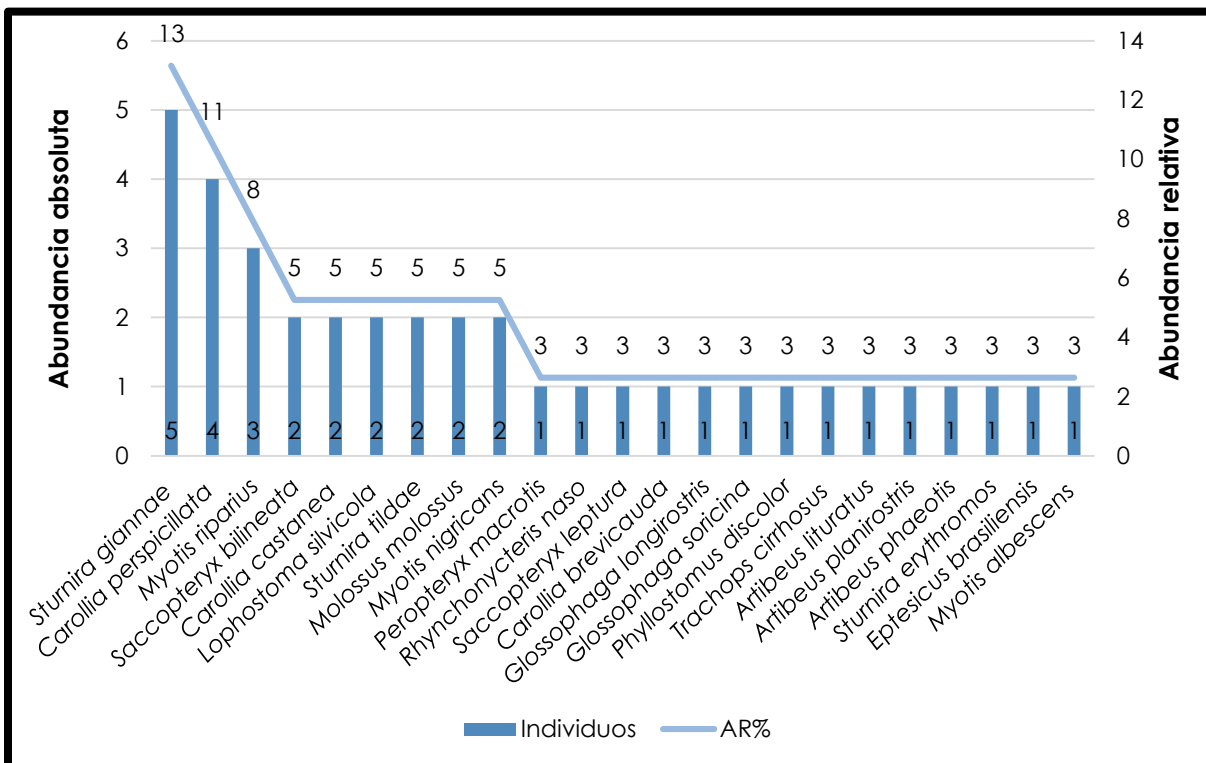


Fuente: GIZ (2022)

La especie más abundante fue *Sturnira giannae* con el 13% de los registros (cinco individuos; Figura 3-32), seguido de *Carollia perspicillata* con el 11% (cuatro individuos); *Peropteryx macrotis*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx leptura*, *Carollia brevicauda*, *Glossophaga longirostris*, *Glossophaga soricina*, *Phyllostomus discolor*, *Trachops cirrhosus*, *Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris*, *Artibeus phaeotis*, *Sturnira erythromos*, *Eptesicus brasiliensis* y *Myotis albescens* fueron registradas solo una vez.

Basado en lo anterior, la presencia de varias especies insectívoras (*Peropteryx macrotis*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx bilineata*, *Saccopteryx leptura*, *Molossus molossus*, *Eptesicus brasiliensis*, *Myotis albescens*, *Myotis nigricans* y *Myotis riparius*) estaría determinada por factores como la disponibilidad de presas, la presencia de árboles y arbustos (cobertura de escape) y variables estructurales propias del humedal, el cual debe ofrecer buena cobertura de hojarasca, e insectos que son recurso de la fauna insectívora, que es empleada como cobertura térmica y procesos ecológicos que se dan en la misma (Ramírez-Fráncel et al., 2021).

Figura 3-32. Abundancia relativa y número de especies de la mastofauna (mamíferos voladores) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Por otro lado, son pocos los trabajos que están direccionados a la caracterización y conocimiento de la mastofauna asociada con los humedales de las zonas bajas (Reinoso-Flórez *et al.*, 2016), registrándose un total de 24 especies solo de la clase Mammalia, agrupados en 13 familias, de las cuales Phyllostomidae continúa siendo el grupo con el mayor número de especies, seguido de las familias Didelphidae (Tabla 3-16).

Tabla 3-16. Comparación de las especies de mastofauna (mamíferos voladores, pequeños y mamíferos no voladores) y su abundancia, registradas en el Plan de Manejo Ambiental (2016) del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Registro	Orden	Familia	Especies en el PMA	Correcciones en este estudio	AR%
GIZ y CORTOLIMA (2016)	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>		1
			<i>Marmosa robinsoni</i>		1
			<i>Metachirus naudicaudatus</i>		1
			<i>Didelphis marsupialis</i>		1
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>		1
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>		1
		Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>		1
	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>		1
			<i>Carollia perspicillata</i>		1
			<i>Desmodus rotundus</i>		1
			<i>Glossophaga longirostris</i>		1
			<i>Phyllostomus discolor</i>		1
			<i>Stenodermatinae Sp.</i>		1
			<i>Artibeus jamaicensis</i>	<i>Artibeus planirostris</i>	1
			<i>Artibeus lituratus</i>		1
			<i>Dermanura anderseni</i>	<i>Artibeus anderseni</i>	1
			<i>Platyrrhinus helleri</i>		1
			<i>Sturnira lilium</i>	<i>Sturnira giannae</i>	1
			<i>Myotis keaysi</i>	<i>Myotis nigricans</i>	1
		Vespertilionidae	<i>Rhogeessa io</i>		1
	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>		1
	Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon alstoni</i>		1
		Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>		1
García-Herrera <i>et al.</i> 2020	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i>		2
		Phyllostomidae	<i>Carollia castanea</i>		7
			<i>Glossophaga soricina</i>		1
			<i>Gardnerycteris crenulatum</i>		1
			<i>Sturnira tildae</i>		7
			<i>Uroderma convexum</i>		3
		Molossidae	<i>Molossops temminckii</i>		1
			<i>Molossus molossus</i>		2
		Vespertilionidae	<i>Eptesicus brasiliensis</i>		1
			<i>Myotis albescens</i>		2
	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>		1

Registro	Orden	Familia	Especies en el PMA	Correcciones en este estudio	AR%
Estudio Actual-2022			<i>Rhynchonycteris naso</i>		1
			<i>Saccopteryx bilineata</i>		2
			<i>Saccopteryx leptura</i>		1
			<i>Carollia brevicauda</i>		1
			<i>Carollia castanea</i>		2
			<i>Carollia perspicillata</i>		4
			<i>Glossophaga longirostris</i>		1
			<i>Glossophaga soricina</i>		1
			<i>Lophostoma silvicolae</i>		2
			<i>Phyllostomus discolor</i>		1
			<i>Trachops cirrhosus</i>		1
			<i>Artibeus lituratus</i>		1
			<i>Artibeus planirostris</i>		1
			<i>Artibeus phaeotis</i>		1
			<i>Sturnira erythromos</i>		1
			<i>Sturnira giannae</i>		5
			<i>Sturnira tildae</i>		2
		Molossidae	<i>Molossus molossus</i>		2
			<i>Eptesicus brasiliensis</i>		1
		Vespertilionidae	<i>Myotis albescens</i>		1
			<i>Myotis nigricans</i>		2
			<i>Myotis riparius</i>		3
	Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon alstoni</i>		1

Fuente: GIZ (2022)

B. *Categorías ecológicas y especies de interés para la conservación.* De las especies registradas a través del muestreo en el humedal Toqui-Toqui, todas las especies de mamíferos están categorizadas por la IUCN como preocupación menor (Tabla 3-17), sin embargo, de manera general, gran parte de la fauna terrestre registrada durante el estudio, depende directamente, de la presencia de coberturas vegetales adecuadas, y cuerpos de agua conservados, a pesar que las especies mamíferos registradas durante el monitoreo son especies generalistas, es necesario generar estrategias de conservación y protección en el humedal Toqui-Toqui.

Tabla 3-17. Especies de interés para la conservación de la mastofauna (Mamíferos voladores, pequeños y mamíferos no voladores) presente en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Orden	Familia	Subfamilia	Especies	Estado de Amenaza	
				IUCN	CITES
Chiroptera	Emballonuridae		<i>Peropteryx macrotis</i>	LC	NE
			<i>Rhynchonycteris naso</i>	LC	NE
			<i>Saccopteryx bilineata</i>	LC	NE

Orden	Familia	Subfamilia	Especies	Estado de Amenaza	
				IUCN	CITES
		Carollinae	<i>Saccopteryx leptura</i>	LC	NE
			<i>Carollia brevicauda</i>	LC	NE
			<i>Carollia castanea</i>	LC	NE
			<i>Carollia perspicillata</i>	LC	NE
		Glossophaginae	<i>Glossophaga longirostris</i>	LC	NE
			<i>Glossophaga soricina</i>	LC	NE
		Phyllostominae	<i>Lophostoma silvicola</i>	LC	NE
			<i>Phyllostomus discolor</i>	LC	NE
			<i>Trachops cirrhosus</i>	LC	NE
			<i>Artibeus lituratus</i>	LC	NE
		Stenodermatinae	<i>Artibeus planirostris</i>	LC	NE
			<i>Artibeus phaeotis</i>	LC	NE
			<i>Sturnira erythromos</i>	LC	NE
			<i>Sturnira giannae</i>	LC	NE
			<i>Sturnira tildae</i>	LC	NE
	Molossidae		<i>Molossus molossus</i>	LC	NE
			<i>Eptesicus brasiliensis</i>	LC	NE
	Vespertilionidae		<i>Myotis albescens</i>	LC	NE
			<i>Myotis nigricans</i>	LC	NE
			<i>Myotis riparius</i>	LC	NE
Rodentia	Cricetidae		<i>Sigmodon alstoni</i>	LC	NE

*Las abreviaturas corresponden a las descritas en La Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN, 2022. Preocupación menor (LC), Estatus de conservación: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); NE: No evaluado o no aplica.

Fuente: GIZ (2022)

CAPÍTULO 4.

COMPONENTE

CALIDAD DEL AGUA

4. CALIDAD DEL AGUA

4.1. MARCO CONCEPTUAL

La caracterización limnológica de un ecosistema acuático está orientada a la determinación de las características fisicoquímicas de las comunidades asociadas a ellas, debido a que las condiciones físicas y químicas del agua regulan la distribución y abundancia de los organismos que habitan allí (Roldán, 1996). En los últimos años estos estudios se han desarrollado con un enfoque integrador que ha permitido evaluar las interacciones que estos parámetros mantienen con los ecosistemas y entender el funcionamiento global de los ríos como sistemas ecológicos (Segnini y Chacón, 2005).

Por esta razón se determinó que los estudios limnológicos en estos ecosistemas deben ser realizados con una perspectiva a escala de cuenca, lo que permitirá relacionar las características biológicas de los ríos con los principales factores de perturbación antrópicos. Adicionalmente, deben estar orientados hacia la comprensión de la biodiversidad y determinar la utilidad de los modelos existentes en las zonas templadas para describir la estructura y función de los ríos tropicales (Segnini y Chacón, 2005).

Desde cualquier punto de vista físico y químico, en cualquier estudio sobre caracterización de aguas, es necesario contar con un programa de muestreo cuidadosamente diseñado y supervisado en los diferentes cuerpos de agua seleccionados para su estudio. Este diseño estará en función de los objetivos del estudio o tipo de caracterización, es decir que se debe programar el muestreo de acuerdo a las variables de carácter físico y químico a medir (Ruíz, 2002).

Los criterios de calidad de agua y las medidas de integridad biológica forman parte de la determinación de la integridad ecológica del sistema acuático. La calidad del agua se puede determinar mediante el análisis fisicoquímico, junto con los bacteriológicos y biológicos. Dentro de los primeros se incluyen la temperatura ambiental y del agua, el oxígeno disuelto, el pH, el nitrógeno, el fósforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes industriales y domésticos que pueda tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO, entre otros (Ruíz, 2002).

4.1.1. Factores fisicoquímicos y bacteriológicos de los humedales.

4.1.1.1. *Temperatura.* La radiación solar determina la calidad y cantidad de luz y además afecta la temperatura del agua (Roldán, 2003). Las propiedades lumínicas y calóricas de un cuerpo de agua están influidas por el clima y la topografía tanto como por las características del propio cuerpo de agua: su composición química, suspensión de sedimentos y su productividad de algas. La temperatura del agua regula en forma directa la concentración de oxígeno, la tasa metabólica de los organismos acuáticos y los procesos vitales asociados como el crecimiento, la maduración y la reproducción.

4.1.1.2. *Oxígeno disuelto.* El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua. Sólo tiene valor si se mide con la temperatura, para poder así establecer el porcentaje de saturación. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada.

La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura, la presión atmosférica, la salinidad, la contaminación, la altitud, las condiciones meteorológicas y la presión hidrostática (Roldán y Ramírez, 2008). En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas.

4.1.1.3. *Porcentaje de saturación de oxígeno (% O₂).* Es el porcentaje máximo de oxígeno que puede disolverse en el agua a una presión y temperatura determinadas (Roldán y Ramírez, 2008). Por ejemplo, se dice que el agua está saturada en un 100% si contiene la cantidad máxima de oxígeno a esa temperatura. Una muestra de agua que está saturada en un 50% solamente tiene la mitad de la cantidad de oxígeno que potencialmente podría tener a esa temperatura.

A veces, el agua se supersatura con oxígeno debido a que el agua se mueve rápidamente. Esto generalmente dura un período corto de tiempo, pero puede ser dañino para los peces y otros organismos acuáticos. Los valores del porcentaje de saturación del oxígeno disuelto de 80 a 120% se consideran excelentes y los valores menores al 60% o superiores a 125% se consideran malos (Perdomo y Gómez, 2000).

4.1.1.4. *Demanda biológica de oxígeno (DBO5)*. Es una medida de la concentración de oxígeno usada por los microorganismos para degradar y estabilizar la materia orgánica biodegradable o materia carbonácea en condiciones aeróbicas en cinco días a 20°C. En general, el principal factor de consumo de oxígeno libre es la oxidación de la materia orgánica por respiración a causa de microorganismos descomponedores (bacterias heterotróficas aeróbicas) (Roldán y Ramírez, 2008).

4.1.1.5. *Demanda química de oxígeno (DQO)*. Es el parámetro analítico de contaminación que mide el contenido de materia orgánica en una muestra de agua mediante oxidación química. Permite determinar las condiciones de biodegradabilidad, así como la eficacia de las plantas de tratamiento (Roldán y Ramírez, 2008).

4.1.1.6. *pH*. Es una abreviatura para representar potencial de hidrogeniones (H⁺) e indica la concentración de estos iones en el agua. El pH expresa la intensidad de la condición ácida o básica de una solución, este parámetro está íntimamente relacionado con los cambios de acidez y basicidad y con la alcalinidad. La notación pH expresa la intensidad de la condición ácida y básica de una solución. Expresa además la actividad del ion hidrógeno (Roldán y Ramírez, 2008).

4.1.1.7. *Conductividad eléctrica*. Es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y la temperatura de medición. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación, a la evaluación de la actitud del agua para riego y a la evaluación de la naturaleza geoquímica del terreno (Faña, 2000).

4.1.1.8. *Turbidez*. Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

Es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema, la turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión (Roldán, 2003).

Este parámetro tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación.

4.1.1.9. *Dureza.* La dureza del agua está definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella, evaluados como carbonato de calcio y magnesio. Las aguas con bajas durezas se denominan blandas y biológicamente son poco productivas, por lo contrario las aguas con dureza elevada son muy productivas (Roldán, 2003).

4.1.1.10. *Cloruros.* La presencia de cloruros en las aguas naturales se atribuye a la disolución de depósitos minerales de sal gema, contaminación proveniente de diversos efluentes de la actividad industrial, aguas excedentarias de riegos agrícolas y sobretudo de las minas de sales potásicas (Roldan y Ramírez, 2008).

4.1.1.11. *Nitrógeno, nitritos y nitratos.* El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de algas y causa un aumento en la demanda de oxígeno al ser oxidado por bacterias reduciendo por ende los niveles de este. Las diferentes formas del nitrógeno son importantes en determinar para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua (Roldán, 2003).

4.1.1.12. *Fósforo y fosfatos.* El fósforo permite la formación de biomasa, la cual requiere un aumento de la demanda biológica de oxígeno para su oxidación aerobia, además de los procesos de eutrofización y consecuentemente crecimiento de fitoplancton.

En forma de ortofosfato es nutriente de organismos fotosintetizadores y por tanto, un componente limitante para el desarrollo de las comunidades, su determinación es necesaria para estudios de polución de ríos, así como en procesos químicos y biológicos de purificación y tratamiento de aguas (Roldán, 2003).

4.1.1.13. *Sólidos suspendidos.* Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición.

4.1.1.14. *Sólidos totales.* Se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación entre 103-105°C. Los sólidos totales incluyen disueltos y suspendidos, los sólidos disueltos son aquellos que quedan después del secado de una muestra de agua a 103-105°C previa filtración de las partículas mayores a 1.2 µm (Metcalf y Heddy, 1981).

4.1.1.15. *Coliformes totales y fecales.* El análisis bacteriológico es vital en la prevención de epidemias como resultado de la contaminación de agua, el ensayo se basa en que todas las aguas contaminadas por aguas residuales son potencialmente peligrosas, por tanto, en control sanitario se realiza para determinar la presencia de contaminación fecal. La determinación de la presencia del grupo coliformes se constituye en un indicio de polución así como la eficiencia y la purificación y potabilidad del agua (Roldán, 2003).

4.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)

Un índice de calidad de agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, el cual sirve como representación de la calidad del agua. El índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso, un color (Fernández *et al.*, 2003). Si el diseño del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias.

Estos índices facilitan el manejo de datos, evitan que las fluctuaciones en las mediciones invisibilicen las tendencias ambientales y permiten comunicar, en forma simple y veraz, la condición del agua para un uso deseado o efectuar comparaciones temporales y espaciales entre cuerpos de agua (House, 1990; Alberti y Parker, 1991). Por lo tanto, resultan útiles o accesibles para las autoridades políticas y el público en general (Pérez y Rodríguez, 2008).

El Índice de Calidad Ambiental (ICA) o WQI por sus siglas en inglés (Water Quality Index) mide la calidad fisicoquímica del agua en una escala de 0 a 100 (Tabla 4-1), donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso, este valor se refiere principalmente para potabilización. Es el índice de uso más extensivo en los trabajos de este tipo a nivel mundial con ciertas restricciones en Europa y fue creado por la NSF (National Sanitation Foundation), entidad gubernamental de los Estados Unidos. Para su empleo se toma en cuenta los valores de nueve variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, DQO, temperatura del agua fósforo total, nitratos, turbiedad y sólidos totales reunidos en una suma lineal ponderada.

Tabla 4-1. Valores de clasificación de Calidad del agua según el índice ICA del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

CALIDAD	RANGO	COLOR
Excelente	91-100	Blue
Buena	71-90	Green
Media	51-70	Yellow
Mala	26-50	Orange
Muy mala	0-25	Red

Fuente: Adaptado de Ramírez y Viña (1998)

4.3. METODOLOGÍA

4.3.1. Métodos de campo. Se registró in situ la temperatura del agua, también se colectaron muestras para evaluar otros parámetros ex situ:

4.3.1.1. *Parámetros fisicoquímicos.* Las muestras fueron colectadas en frascos plásticos con capacidad de 1000 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Figura 4-1).

4.3.1.2. *Parámetros bacteriológicos.* Se tomaron las muestras de agua en frascos de vidrio esterilizados con capacidad para 600 ml, superficialmente y en contra corriente. Fueron debidamente rotuladas y preservadas para su transporte a la Universidad del Tolima (Figura 4-1).

4.3.2. Métodos de laboratorio. Las muestras se trasladaron al laboratorio de CORCUENCAS en donde en asociación con CORTOLIMA se analizaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH (Unidades de pH), Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Oxígeno Disuelto (mgO_2/L), Turbiedad (UNT), Alcalinidad Total y Dureza (mgCaCO_3/L), Cloruros ($\text{mg Cl}/\text{L}$), Nitratos ($\text{mg NO}_3/\text{L}$), Fosfatos ($\text{mg PO}_4/\text{L}$), DBO y DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$).

Figura 4-1. Medición de variables fisicoquímicas y toma de muestras *in situ* en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se registró un pH del agua de 6.72 unidades, este valor coincide con lo reportado por Roldán y Ramírez (2008), para sistemas lenticos en las partes bajas tropicales. La conductividad eléctrica registró un valor de 469 $\mu\text{S}/\text{cm}$; lo cual coincide con lo reportado por Roldán y Ramírez (2008) quienes afirman que generalmente en los cuerpos de agua lenticos de la zonas calidad tropicales presentan valores mayores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabla 4-2).

La Turbiedad incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema (Roldan, 1992), el humedal registró un valor de turbiedad de 6.27 UNT. Así mismo, registró un valor de solidos totales de 455 mg/L y de 37.95 mg/L para solidos suspendidos. El valor de la DQO fue 80 mg O_2/L , siendo un valor alto comparado frente a lo reportado por otros humedales de la región. El alto valor de DQO que puede contribuir a la disminución de la capacidad de depuración de las fuentes hídricas, disminución del oxígeno disuelto, salinización de los suelos, y pérdida de la biodiversidad acuática y calidad del uso (Beltrán y Trujillo, 1999).

En las zonas bajas el valor de los nutrientes aumenta considerablemente, por el arrastre de los sedimentos a causa de las lluvias en los suelos erosionados y del vertimiento de contaminantes domésticos e industriales (Roldán y Ramírez, 2008) Sin embargo, para el humedal se registró un valor 0.25 mg NO_3/L , y de 2.75 mg PO_4/L .

Los cloruros en el agua están representados por lo regular en forma de cloruro de sodio, por lo tanto, estos expresan en gran parte la salinidad (Roldán y Ramírez, 2008); el humedal registró una salinidad de 12.9 mg Cl/L. En Cuanto a la alcalinidad registró un valor de 165 mg CaCO₃/L, y un agua moderadamente dura con 102 mg CaCO₃/L (Tabla 4-2).

Tabla 4-2. Resultado de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Parámetro	Unidades	Humedal Toqui-Toqui
pH	Unidades	6.72
Conductividad eléctrica	μS/cm	469
Turbiedad	UNT	6.27
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	165
Dureza	mg CaCO ₃ /L	102
Cloruros	mg Cl/L	12.9
Nitratos	mg NO ₃ /L	0.25
Fosfatos	mg PO ₄ /L	2.75
Solidos Suspendidos.	mg/L	37.95
Solidos Totales	mg/L	455
Coliformes Totales	Colif/100ml	48823
Coliformes Fecales	Colif/100ml	928
DQO	mgO ₂ /L	155.17

Fuente: Modificado de Reinoso et al. (2010).

El humedal Toqui-Toqui registro un valor de 48, 823 UFC/100ml de coliformes totales y 928 UFC/100ml de coliformes fecales, considerándose alto estos valores para el ecosistema. Estas bacterias son más resistentes que las bacterias patógenas; por ello, su ausencia en el agua es un índice de que el agua es bacteriológicamente segura para la salud humana (Roldán y Ramírez, 2008).

El índice de calidad de aguas ICA señala que el humedal Toqui-Toqui registró una calidad Media (Tabla 4-3) indicando procesos de intervención antrópica: descargas urbanas, agropecuarias, industriales, dragados, remoción de tierras, deforestación, cambios en la escorrentía, entre otros (Ramírez y Viña, 1998), que pueden poner en riesgo el establecimiento de la fauna y flora acuática.

Tabla 4-3. Índice de calidad de agua (ICA) para el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

HUMEDAL	ICA	CALIDAD
Toqui-Toqui	59	MEDIA

Fuente: GIZ (2016)

El humedal Toqui-Toqui registro una calidad de agua media a través del índice ICA, evidenciando fuertes procesos de intervención antrópica. Por lo tanto, se hace necesario diseñar estrategias de conservación que permitan mitigar esta intervención, para lograr mejorar y mantener una buena calidad del agua del humedal.

CAPÍTULO 5.

VALORES DE USO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL HUMEDAL

5. VALORES DE USO Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL HUMEDAL

5.1. INTRODUCCIÓN

Las áreas protegidas en el marco de la protección del medio ambiente, son un componente fundamental para el bienestar de las comunidades biológicas y humanas. Por lo cual, la interacción ambiental, social, económica y cultural que generan estos ecosistemas sensibles, repercuten directamente en la calidad de vida de los actores comunitarios (Cadena-Marín, 2016). En este sentido es importante profundizar en la necesidad de priorizar en aspectos fundamentales para la creación de tejido social, desde la investigación, sensibilización ambiental y generación de estrategias sostenibles de conservación.

Los humedales, son de los ecosistemas más productivos de la tierra (Barbier, 1997). Representando valiosos refugios de biodiversidad, prestando innumerables servicios a la comunidad y desempeñando funciones en los ciclos hidrológicos y químicos, así como en las extensas cadenas tróficas (Barbier, 1997). Estos servicios ecosistémicos, definidos como las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano, han sufrido profundas transformaciones ambientales a través del tiempo, viéndose reflejadas en la disminución del área del cuerpo de agua, modificaciones en sus coberturas vegetales con el consecuente impacto en la biodiversidad y por ende, en la sostenibilidad (Fisher, 2010; Salazar-Suaza, 2020).

Estos impactos negativos, se deben principalmente a diversas actividades antrópicas que se realizan entorno a estos cuerpos de agua, las cuales se presentan debido en parte al desconocimiento de su importancia ecológica, lo que se intensifica por la falta de gestión de las instituciones responsables, deficiencia en las actividades de recuperación y conservación y escasas actividades de extensión a la comunidad que permitan su apropiación contribuyendo al mantenimiento del ecosistema (Guzmán, 2011).

Es de importancia conocer y comprender de manera directa los vínculos y percepciones establecidos por la comunidad de la zona en estudio con los humedales y las zonas aledañas, con la finalidad de identificar los valores e intereses tanto individuales como colectivos respecto a las acciones de conservación, conduciendo a respuestas colectivas en materia de gestión y conservación de la naturaleza, en las distintas esferas de gobernanza (Fundación Futuro Latinoamericano [FFLA], 2015). La identificación de estos componentes permite garantizar la sostenibilidad y conservación del patrimonio natural a perpetuidad en espacio y tiempo con consecuencias profundas de

mejoramiento en la calidad de vida de la población y la sostenibilidad de las economías (Gutiérrez, 2014).

5.2. METODOLOGÍA

La ruta metodológica empleada en el presente ajuste del plan de manejo ambiental para el humedal Toqui-Toqui en el departamento del Tolima, se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta semiestructurada de 22 preguntas (Anexo 5-1) a 43 pobladores en el área cercana al humedal Toqui-Toqui, en el mes de mayo del 2022 (Figura 5-1). Las encuestas se realizaron mediante un proceso participativo para la identificación y caracterización de los servicios ecosistémicos, de manera tal que se tuvieron en cuenta diversos aspectos tales como: identidad cultural, conocimiento del área, percepción de importancia y valor del ecosistema de humedal, presencia de instituciones influyentes para la conservación del mismo, variables de comportamiento ambiental y variables socio-económicas.

Figura 5-1. Participación de la comunidad en la encuesta de servicios ecosistémicos en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

A partir de sus respuestas se identificaron los valores de uso y servicios ecosistémicos priorizados; permitiendo evidenciar la importancia de definir ejes de actuación que permita integrar a la comunidad, desarrollando una sinergia entre los criterios ecológicos y los del territorio con el fin de promover la responsabilidad social de los pobladores del área de estudio en materia de protección de estos humedales.

5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 15 encuestas en total, ocho (53.33%) de ellas son residentes de la vereda Manga de los Rodríguez, cinco (33.33%) de la zona urbana del municipio de Piedras, una (6.66%) persona de la vereda Chicalá y una (6.66%) de Ibagué. De los pobladores encuestados, 13 (86.66%) reconocen su identidad socio-territorial, vínculos de pertenencia y de arraigo familiar a esta zona geográfica, ya que sus padres o abuelos pertenecen a ésta; mientras que una (6.66%) persona y sus familiares son de la ciudad de Ibagué y una (6.66%) es proveniente de San Lorenzo, departamento de Nariño.

Respecto al género de las personas encuestadas, nueve (60%) y seis (40%) pertenecen al género masculino y femenino, respectivamente. El rango de edad de la población encuestada oscila entre 37 y 75 años, encontrándose en mayor proporción la población con un rango etario entre los 40-49 años y de 60-69 años, en donde cada uno de estos grupos está representado por el 26.66%, seguido por el rango de 50-59 años en donde se encuentran tres (20%) pobladores participantes del presente estudio y en menor proporción la población comprendida entre los 30-39 años, con una representación del 6.66% del total.

De acuerdo a las encuestas realizadas, se hace evidente el bajo nivel de estudios en la población participante; en donde se puede identificar que solo una (6.66%) persona tiene estudios a nivel de tecnología, dos (13.33%) a nivel universitario y el resto de la población solo accedió a estudios a nivel de primaria y bachillerato, cuatro (26.66%) y ocho (53.33%), respectivamente. Es importante, resaltar que las personas con título universitario no son originarias de esta región. Este comportamiento a nivel educativo, en donde se evidencia que una proporción alta de las personas presentes en este estudio llegan máximo a nivel de bachillerato, ha sido reportado previamente en estudios similares en áreas aledañas a estos ecosistemas (Vilardy, 2014; Cadena-Marín, 2016).

Las personas encuestadas se desempeñan en diversas ocupaciones que les permite obtener una fuente de ingresos para sus hogares. El 33.33% se identifican con actividades del hogar, seguido por obreros (20%) y personas que desempeñan labores agrícolas (13.33%). Con una representación mínima, se registran otras ocupaciones como administrador, contador, pensionado y comerciante. Los ingresos representados por estas labores en el 60% de los encuestados representan menos de \$830.000 mensuales, mientras que los ingresos comprendidos entre \$831.000-\$1.630.000, \$1.630.001-\$2.500.000 están representados cada uno de ellos por el 13.33% y finalmente, dos personas (13.33%) se abstienen de responder a esta pregunta.

En el pasado el humedal representó un recurso de invaluable importancia y valor para las personas que vivían en el área de influencia. Los pobladores recuerdan con felicidad los días en los que iban a pescar para llevar el alimento a sus

hogares, época en la cual tenían prohibida la sobreexplotación y tenían un fuerte sentido localista y de pertenencia evitando la presencia de extraños.

Estas sensaciones son las que genera el humedal Toqui-Toqui en sus pobladores, estos vínculos establecidos se ven reflejados en diversas emociones, sensaciones, ideas y elementos (Figura 5-2). En la siguiente representación gráfica, se visualiza la percepción de importancia y valor del humedal Toqui-Toqui, las cuales están relacionadas con servicios de provisión, culturales, de apoyo y de regulación. Se evidencia que las más relevantes para la población son: naturaleza, felicidad, animales, paz, agua y pesca, entre otras.

Figura 5-2. Ideas, elementos, emociones y sensaciones asociadas a la presencia del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



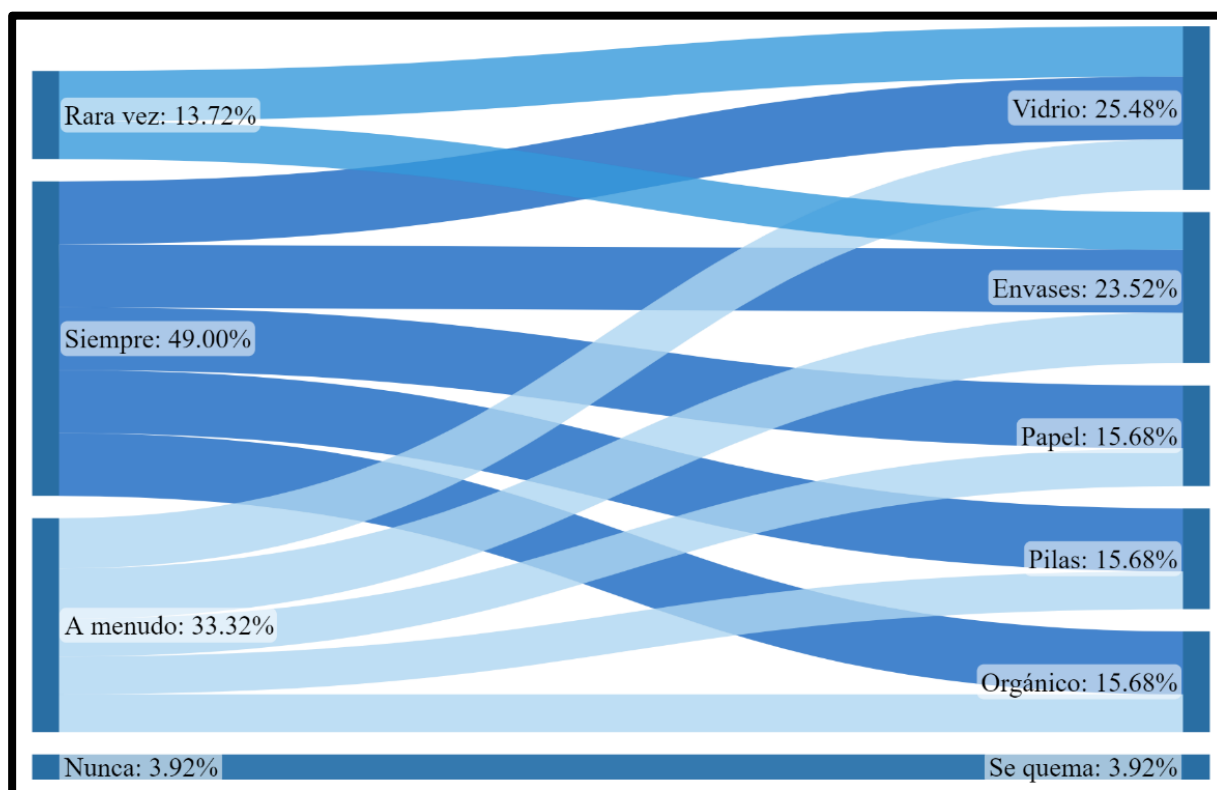
Fuente: GIZ (2022)

Respecto a la participación de la población encuestada en relación a su participación en asociaciones, se encontró que el 20% hacen parte de asociaciones de trabajo entre las que se destacan Agroficultores y la empresa comunitaria El Porvenir; esta última, constituida hace 25 años y con gran influencia en la región al beneficiar a 28 familias del municipio por medio de un subsidio del estado, tal como se reporta en un estudio previo (GIZ y CORTOLIMA, 2016). El resto de la población correspondiente al 73.33%, no son miembros de ningún tipo de asociación y una persona (6.66%), se abstiene de responder a esta pregunta. Al indagar acerca de la importancia para ellos de involucrarse

en acciones en pro de la conservación, la gran mayoría expresa su interés en participar de estas actividades. Sin embargo, solamente el 26.66% de las personas participantes de la encuesta, se encuentran relacionadas con la conservación, realizando por cuenta propia actividades de reforestación y/o apoyando este tipo de actividades organizadas por la empresa El Porvenir.

Desde los hogares, es posible implementar acciones básicas que generen un impacto positivo en la conservación y cuidado del medio ambiente, una de ellas es la separación de residuos sólidos. Al aplicar esta práctica, se contribuye a la reducción del consumo de recursos naturales renovables y no renovables destinados a la producción industrial, así como también se contribuye a la reducción de gases que generan el calentamiento global y el cambio climático, entre otros. El 49% de la población participante del presente estudio, siempre coloca en práctica la separación de residuos sólidos, principalmente de vidrio, envases, papel, pilas y orgánico. En una menor proporción, los pobladores separan los residuos a menudo (33.32%) y rara vez (13.72%), separando principalmente vidrio y envases; por último, el 3.92% nunca separan los residuos generados en sus hogares (Figura 5-3).

Figura 5-3. Frecuencia de separación de residuos sólidos por los pobladores encuestados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

Los bienes y servicios que el humedal provee le permiten a la comunidad recibir numerosos beneficios que preservan su modo de vida, tales como la pesca y la agricultura, entre otros. La pérdida y degradación de este ecosistema de humedal deteriora la salud y el bienestar de los individuos y de la comunidad, disminuyendo las posibilidades de desarrollo. Los servicios que ofrece el humedal Toqui-Toqui, juegan un papel primordial para el bienestar humano y la mitigación de la pobreza; el uso sostenible y, cuando es necesaria, la restauración de éstos servicios puede con frecuencia contribuir a que los pobladores satisfagan sus necesidades básicas como es la alimentación; practica que era habitual anteriormente.

Entre las personas encuestadas el 66.66% consideran que este humedal influye de manera positiva a su bienestar en gran medida; mientras que el 26.66% consideran que influye poco o nada y el 6.66%, correspondiente a una persona se abstuvo de contestar. Entre los principales beneficios identificados por la comunidad, se destacan: la pesca y el agua (Figura 5-4).

Figura 5-4. Beneficios percibidos por los pobladores circundantes al humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

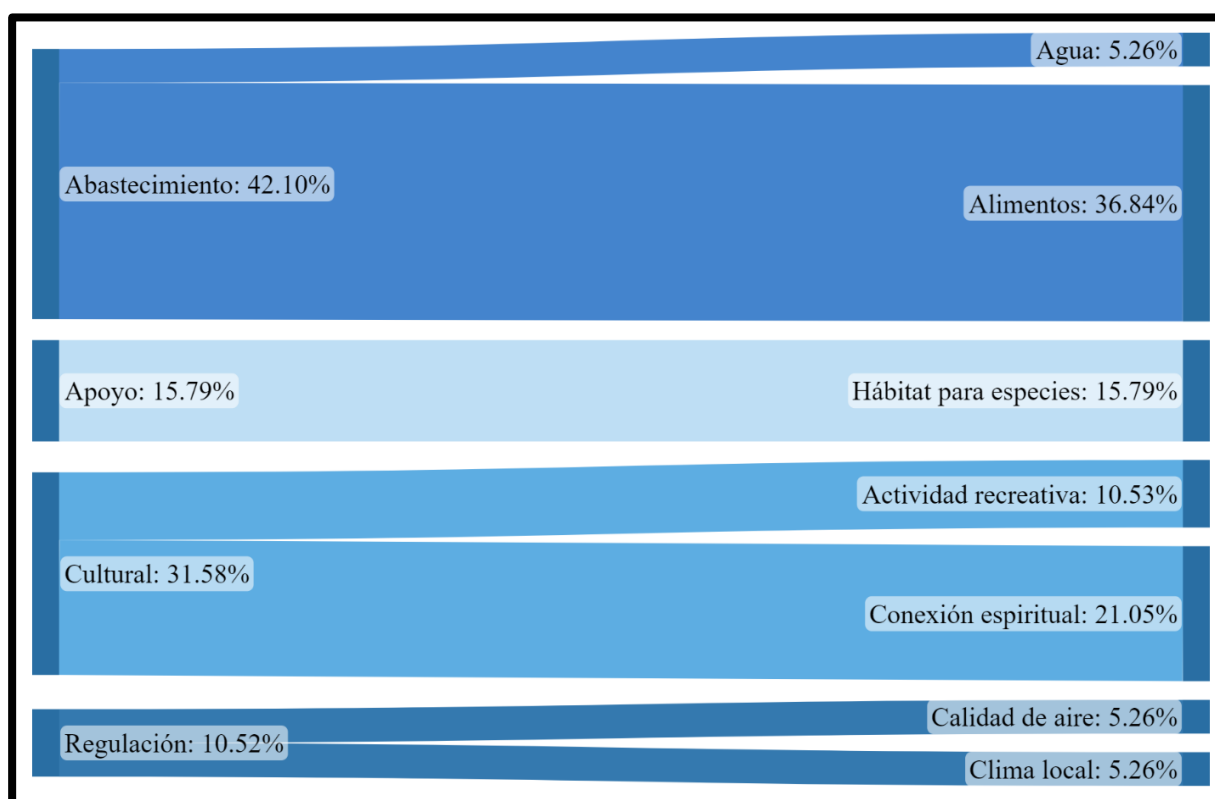


Fuente: GIZ (2022)

Los servicios que brindan los ecosistemas se pueden agrupar en servicios de abastecimiento, de regulación, de apoyo y culturales (FAO, 2022). De acuerdo a las respuestas de los pobladores encuestados, se observa que el principal

servicio percibido del humedal Toqui-Toqui es de abastecimiento (42.10%), al ser una fuente de aprovisionamiento de alimentos (36.84%) para el sustento diario y de agua (5.26%). A este servicio le sigue el cultural (31.58%), ya que este ecosistema brinda la posibilidad de tener una conexión espiritual (21.05%), además de ser un espacio para llevar a cabo actividades recreativas (10.53%); el patrimonio natural, el sentimiento espiritual de pertenencia, el conocimiento tradicional y las costumbres conexas son fundamentales para generar este tipo de servicio. En menor proporción, el servicio de apoyo (15.79%) y de regulación (10.52%), son relacionados por los pobladores al ofrecer un espacio de importancia como hábitat de diversas especies y como un factor de importancia para mejorar la calidad del aire y como regulación del microclima (Figura 5-5).

Figura 5-5. Servicios ecosistémicos identificados por los pobladores en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

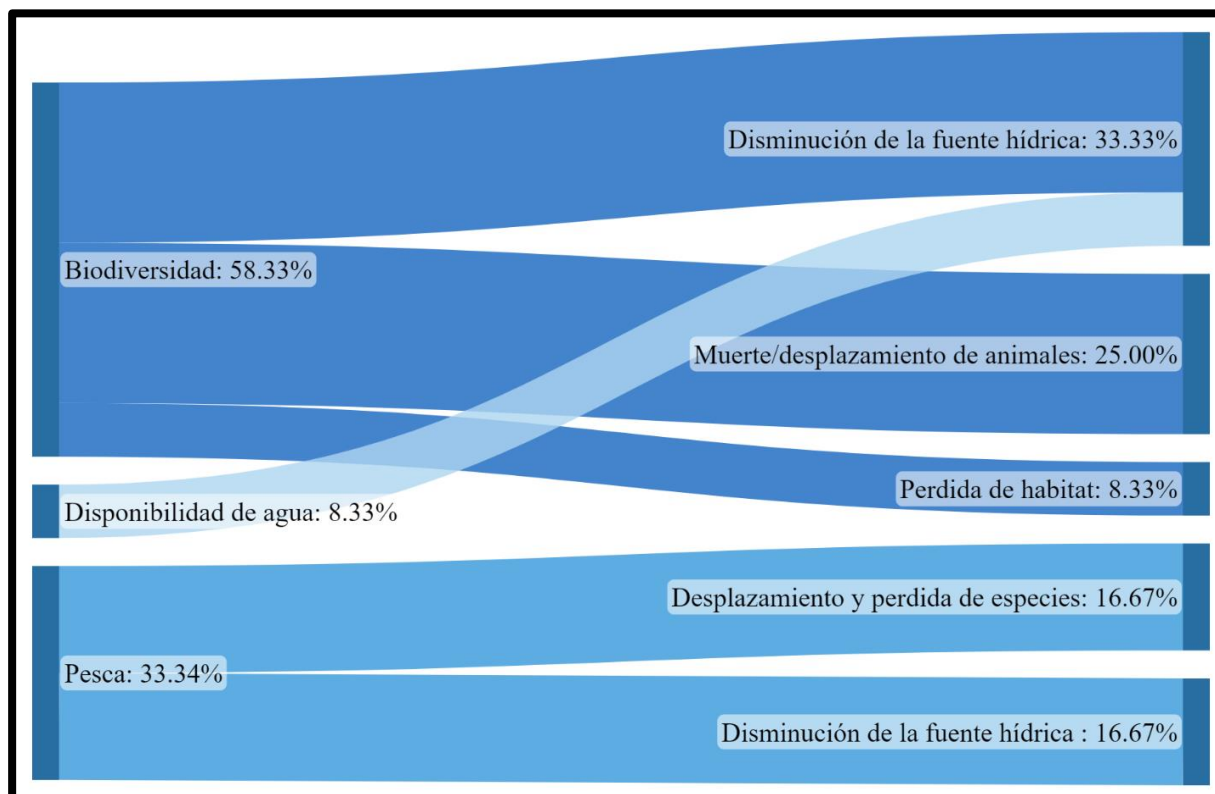
Los diversos servicios ofrecidos por el humedal Toqui-Toqui, se han visto afectados sustancialmente con el pasar de los años. Es preocupante la percepción de los pobladores, ya que el 73.33% expresan que la tendencia de este ecosistema es a empeorar, principalmente a la falta de acciones por parte de las entidades del estado que deben de enfocarse a la gestión e implementación de

actividades que conlleve a la recuperación y conservación del humedal. Por lo anteriormente expuesto, se requiere intervenciones inmediatas sobre el humedal Toqui-Toqui, con el fin de recuperar el cuerpo de agua y de esta manera asegurar su sostenibilidad.

De acuerdo a lo expresado por los pobladores a quienes se les aplicó la encuesta de evaluación de servicios ecosistémicos y a estudios anteriores, es evidente que el principal beneficio directo recibido anteriormente por los pobladores, era la pesca (GIZ y CORTOLIMA, 2016). Los pobladores consideran que los pozos petroleros existentes en la región desde hace más de 30 años, cada vez se encuentran más cercanos al humedal Toqui-Toqui, afectando dos procesos importantes a nivel ecológico como es el área del espejo de agua y la disminución de peces. Estos procesos, se convirtieron en el punto de inflexión del deterioro ambiental que empezó a avanzar a gran escala. En el presente estudio, son evidentes las alteraciones sufridas en este ecosistema perjudicando de manera directa los diferentes servicios ofrecidos por el humedal Toqui-Toqui.

La pérdida de biodiversidad (58.33%), representa una de las mayores preocupaciones, la cual está dada principalmente a la disminución de la fuente hídrica (33.33%), por la muerte o desplazamiento de animales (25%) y la pérdida de su hábitat (8.33%). De acuerdo a los pobladores las petroleras presentes en la zona han causado en gran medida la sequía del humedal, en el pasado esto causó la muerte de especies acuáticas, sumando a esta problemática la presencia de aves carroñeras, complicando aún más el panorama por contaminación del aire. Adicionalmente, estos recursos cada día se siguen viendo más afectados de manera directa e indirecta por la actividad petrolera que se caracteriza en la zona. La quebrada Toqui-Toqui, se vio afectada directamente en el año 2013, por el desastre ambiental causado por el derramamiento de crudo que se desplazó a lo largo de la fuente hídrica secando la flora y afectando a la fauna. La problemática anteriormente planteada, conlleva a que no solo la biodiversidad se vea reflejada como uno de los principales servicios afectados según los pobladores, sino que también la pesca (33.34%) y la disponibilidad del agua (Figura 5-6).

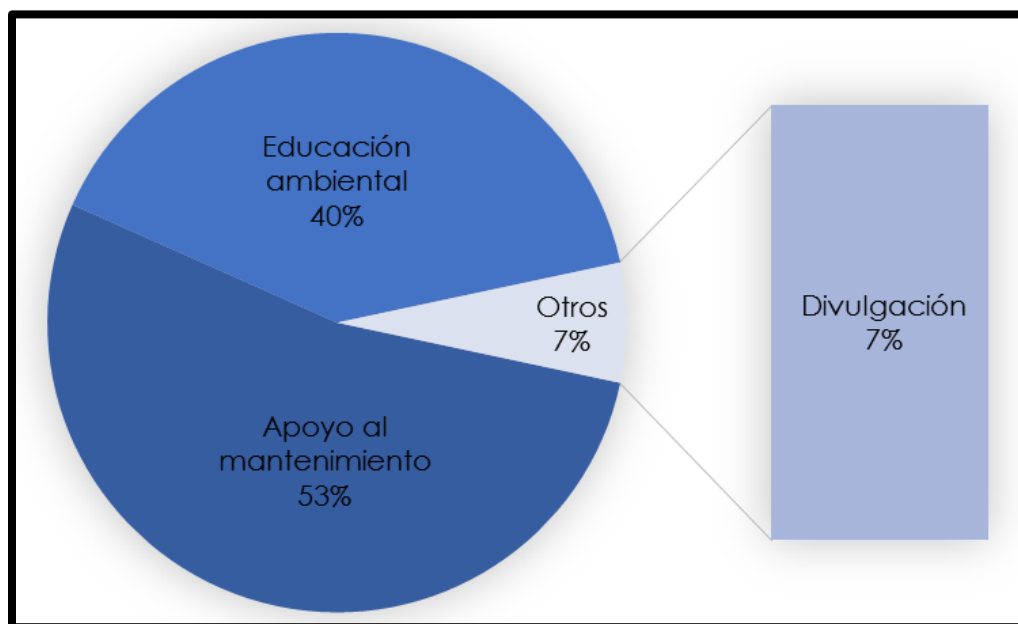
La conciencia y reflexión por parte de la mayoría de los pobladores al mirar atrás y ver las afectaciones y disminución de bienes y servicios ofrecidos por este humedal, los lleva a un replanteamiento de la situación y de esta manera el 80% de los pobladores encuestados manifiestan su disposición a contribuir en proyectos que se generen en torno a la recuperación/conservación del humedal Toqui-Toqui. Mientras que, el 20% expresan que no contribuirían para la conservación, debido a que consideran que estas acciones le corresponden a la entidad ambiental y propietarios de fincas beneficiadas directamente de este ecosistema. Además, que algunos argumentan que no reciben ningún tipo de beneficio del Humedal Toqui-Toqui.

Figura 5-6. Beneficios más perjudicados del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima

Fuente: GIZ (2022)

La contribución por parte de los lugareños a la conservación del humedal, podría darse principalmente mediante el apoyo al mantenimiento, dentro de este aspecto se contempló a los pobladores que expresaron su contribución a la conservación mediante su propio trabajo (53%). Seguidamente la educación ambiental (40%), resulta como otra de las acciones dispuestas a realizar por los lugareños con la finalidad de contribuir a la conservación del humedal; este planteamiento estaría dado por la previa capacitación de las entidades a líderes de la comunidad para que posteriormente sean ellos los multiplicadores de estos conocimientos y procesos de sensibilización a la comunidad. Estas actividades de sensibilización y programas de educación ambiental en distintos escenarios son fundamentales para comprender la importancia de estos ecosistemas para las zonas aledañas a estos. Y finalmente, en una menor cantidad, la contribución a la conservación del humedal Toqui-Toqui estaría dada por actividades de divulgación (Figura 5-7).

Figura 5-7. Principales acciones de contribución a favor de la conservación del humedal Toqui-Toqui del municipio de Piedras.



Fuente: GIZ (2022)

Por otra parte, el acercamiento con la comunidad y la aplicación de la encuesta permitió conocer la percepción e ideas de los pobladores respecto a los actores que han estado o deberían de estar involucrados en la conservación del humedal Toqui-Toqui. A su vez, algunos de ellos manifestaron la importancia de que se generen espacios con los distintos actores para intercambio de experiencias, ideas y conocimientos que conlleve a un tejido social en pro de la apropiación y formulación de soluciones conjuntas que permita mejorar la gestión socio-ecológica.

A partir de las encuestas realizadas, se identificaron tres actores principales que corresponden en mayor proporción a la entidad ambiental CORTOLIMA (Corporación Autónoma Regional del Tolima), alcaldía del municipio de Piedras y propietarios del área de influencia directa, ya que son ellos los que se ven claramente beneficiados de los servicios de este ecosistema; el 13.33%, no respondieron a esta pregunta por desconocimiento (Figura 5-8).

Si bien es cierto, estos son los actores identificados por la comunidad como responsables de implementar acciones para la conservación del humedal Toqui-Toqui, coinciden que hace varios años ninguno ha hecho presencia para tomar decisiones con tal fin. Por el contrario, algunos de los encuestados dieron a conocer que desde hace varios años se elevó una PQRS solicitando un estudio hidrológico con la finalidad de conocer las afectaciones causadas por la empresa "Interoil".

Ante esta solicitud uno de los miembros de la empresa comunitaria El Porvenir, indica que recibieron un oficio por parte de los representantes legales de "Interoil", en donde se les decía que los únicos responsables del secamiento del humedal eran los parceleros de El Porvenir por usarse el espejo de agua como fuente de riego para 25 hectáreas de cultivos de arroz, situación negada por parte del encuestado al afirmar que existe una concesión de agua para riegos. Esta situación fue dada a conocer a la procuraduría judicial y agraria, a la autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA), quienes no han hecho cumplir la legislación por el impacto negativo causado en el humedal Toqui-Toqui por parte de "Interoil". Información suministrada y solicitud por parte del encuestado para que quede plasmada en el presente informe.

Adicionalmente, los propietarios de predios del área de influencia directa expresan que se les quiere cobrar a ellos por los daños causados por la industria petrolera. Esta situación claramente, ha generado rechazo hacia las instituciones ambientales por la falta de acompañamiento, gestión y cumplimiento de la normatividad.

De acuerdo a lo expresado por uno de los pobladores, para el período 2001-2005 hizo presencia CORTOLIMA, UMATA (Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria) y la empresa comunitaria El Porvenir para realizar un trabajo en equipo para reforestar el área.

Entre las acciones que se consideran de mayor importancia para el futuro del humedal Toqui-Toqui, se encuentra mejorar las condiciones de vida de los pobladores aledaños a las áreas de conservación (26%), seguido por la presencia de instituciones (24%); otra de las acciones que los pobladores dan un alto grado de importancia, es incentivar que nuevas generaciones se dediquen a la conservación (19%), que se cumpla la legislación que apoya el mantenimiento de áreas protegidas (17%) y por último que se brinden subvenciones para el mantenimiento de la conservación (14%). Algunos de los encuestados expresaron que más allá de la existencia de una legislación que apoye al mantenimiento de las áreas protegidas, es cumplir las ya existentes (Figura 5-9).

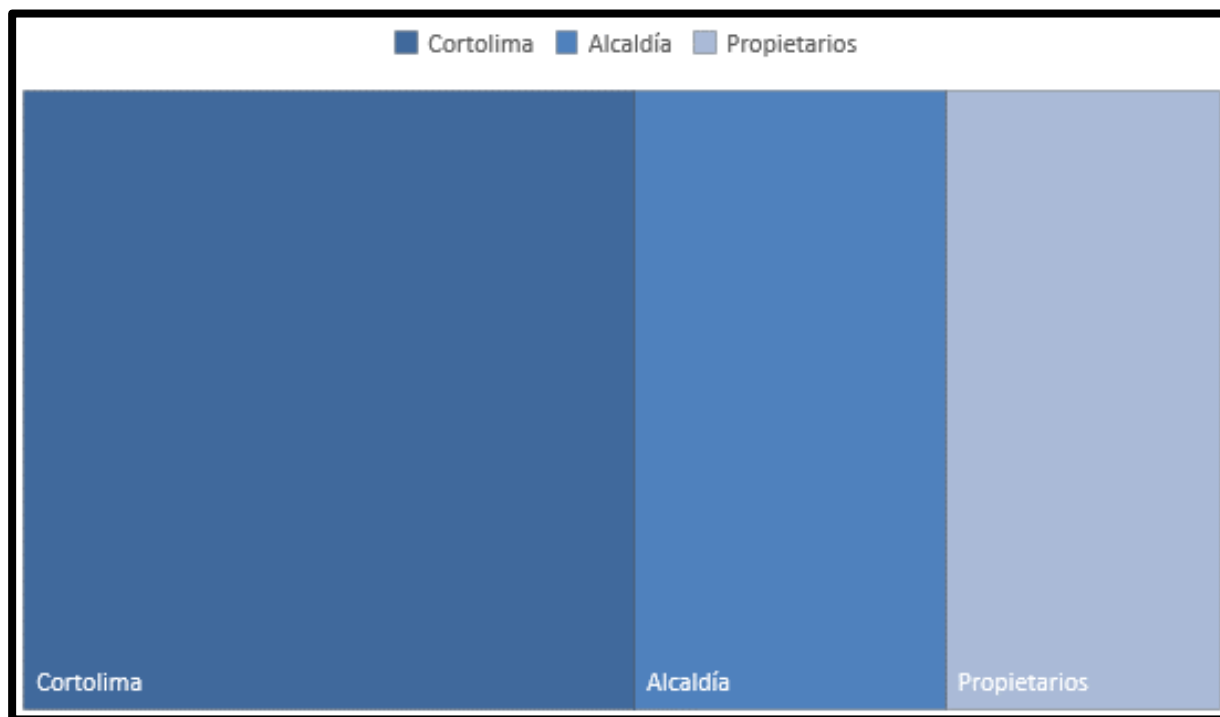
5.4. CONCLUSIONES

Se hace necesaria la intervención inmediata en el humedal Toqui-Toqui para intentar recuperar el cuerpo de agua que conlleve al aseguramiento de su sostenibilidad.

Se requiere implementar jornadas de sensibilización y programas de educación ambiental, integrando a toda la comunidad para dar a conocer la importancia

de estos ecosistemas y diseñar mecanismos que contribuyan a su recuperación y conservación.

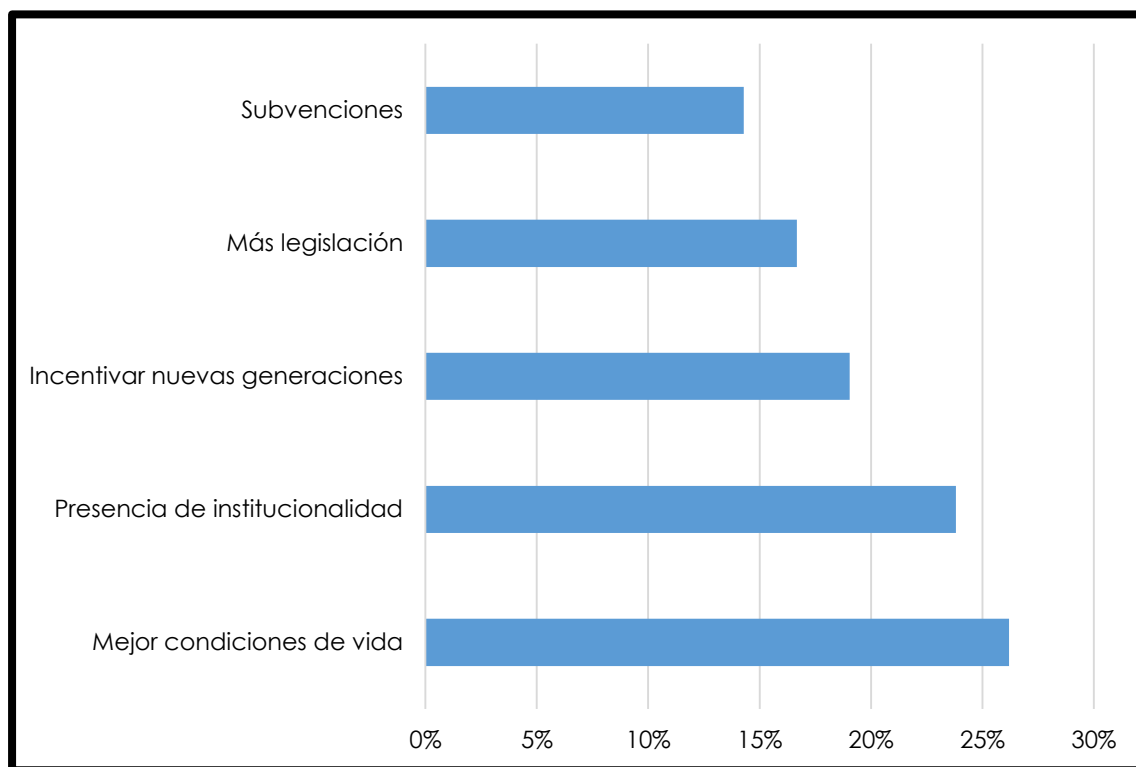
Figura 5-8. Percepción por parte de la población de los grupos u organizaciones que más influyen y/o deciden en la conservación del humedal Toqui-Toqui del municipio de Piedras.



Fuente: GIZ (2022)

Se solicita la articulación entre los distintos actores para generar estrategias de convergencia social y política en torno a la conservación y el mantenimiento del humedal, que permita recuperar los servicios ecosistémicos con la contribución de la comunidad, abriendo la posibilidad entre los propietarios del área de influencia directa y demás pobladores de retomar las actividades que allí se desarrollaban en el pasado.

Figura 5-9. Importancia de las distintas acciones a implementar para el futuro del humedal Toqui-Toqui del municipio de Piedras.



Fuente: GIZ (2022)

CAPÍTULO 6.

COMPONENTE AMBIENTAL

6. COMPONENTE AMBIENTAL

6.1. INTRODUCCIÓN

A partir de la definición de humedal adoptada por Colombia en el marco de la Convención Ramsar, desde el Instituto Humboldt, con la participación de IDEAM, IGAC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la academia, se define operativamente a un humedal como “ecosistemas que, debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, presentan acumulación de agua (temporal o permanentemente), dando lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones, estableciendo así, dinámicas acopladas e interactuantes con flujos económicos y socioculturales que operan alrededor y a distintas escalas” (Sarmiento, 2016), permitiendo encontrar una orientación clara para reconocer elementos hidrológicos, geomorfológicos, edafológicos y de vegetación que facilitan la delimitación del humedal, además de permitir analizar el rol de las instituciones y de la sociedad civil en su funcionamiento, así como los servicios ecosistémicos de los cuales depende el bienestar de las comunidades allí presentes (Cortés-Duque y Estupiñán-Suárez, 2016).

Estos ecosistemas hacen parte de las áreas más ricas en biodiversidad, por lo que proporcionan multiplicidad de hábitats para especies animales y vegetales, y a su vez, ofrecen una variada gama de servicios ecosistémicos como la filtración de desechos, provisión de agua dulce y regulación del clima, entre otros, que traen diversos beneficios a la sociedad (MEA, 2007; Ten Brink *et al.*, 2012).

La degradación y pérdida de los humedales está asociada de manera directa con los cambios en el uso del suelo, la introducción de especies invasoras, el aumento y desarrollo de infraestructuras y la contaminación; los principales generadores de cambios indirectos incluyen, entre otros, la expansión urbana y el creciente desarrollo económico (MEA, 2005). Además de factores naturales como la sedimentación, la desecación, avalanchas, tormentas, actividad volcánica e inundaciones (estacionales/ocasionales) (MMA, 2002).

Los motores de transformación que afectan directamente a estos ecosistemas estratégicos en el país siguen la tendencia mundial. Por esta razón no solo se requiere el reconocimiento del valor de los humedales y del agua, sino también su integración en la toma de decisiones como elemento esencial para garantizar el futuro social, económico y la satisfacción de las necesidades ambientales a partir del uso racional de estos ecosistemas (Ten Brink *et al.*, 2012), ya que se debe tener en cuenta que Colombia cuenta con 30, 781, 149 de hectáreas de humedales (Flórez-Ayala *et al.*, 2015) y más de 88 tipos diferentes entre

humedales marino-costeros, interiores y artificiales, ecosistemas que hacen de Colombia un importante país proveedor de agua (Ricaurte *et al.*, 2015).

Debido a la problemática actual de los humedales de Colombia el Ministerio del Medio Ambiente estableció en el año 2002, la Política para los humedales Interiores de Colombia, a partir de los principios establecidos en la Constitución Política y en las funciones asignadas en la Ley 99 de 1993 relacionadas con la formulación, concertación y adopción de políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales.

Esta política nacional de humedales interiores reconoce a estos ecosistemas como estratégicos dentro del ciclo hidrológico y plantea como visión la garantía de la sostenibilidad y conservación de sus recursos hídricos (MMA, 2002), además de plantear la importancia de estos como sistemas socio ecológicos, en los que se reconoce al ser humano y su cultura como parte integral de la biodiversidad allí presente (Política Nacional de Humedales) (Contraloría General de la república, 2011).

Los importantes adelantos sobre el conocimiento de los humedales han permitido integrar elementos clave en las políticas, planes y programas de manejo actuales como el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 para direccionar medidas de adaptación bajo las perspectivas nacionales de cambio climático (Departamento Nacional de Planeación, 2018) y los compromisos de acción nacional para la conservación y el uso racional de los humedales, establecidos con la Convención de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, adaptándose bajo el objetivo general de la política nacional para humedales interiores de Colombia “Propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País”.

6.2. METODOLOGÍA

Los procesos de afectación humana en los humedales, no son independientes de la dinámica natural de estos sistemas (Carpenter y Cottingham, 1998). Esta debe verse como una perturbación que actúa sobre la dinámica natural del sistema, y cuyo efecto depende de la magnitud, intensidad y tasa de recurrencia de la misma (aspectos externos), como también del estado del sistema y de su capacidad de retornar al estado de pre-perturbación o resiliencia (aspectos internos). En este sentido, los conflictos entre las actividades humanas y la conservación o uso sustentable de los humedales se presentan en varios órdenes de magnitud, jerárquicamente organizados (Wayne-Nelson y Wéller, 1984). Entendiéndose como la transformación total del humedal (orden

de magnitud 1) y factores de perturbación severa que corresponden al orden de magnitud 2. Por lo anterior, se realizó un análisis de transformación del humedal con base en las siguientes características:

6.2.1. Transformación total (Orden de magnitud 1). La transformación total de un humedal, consiste en la desaparición total o el cambio fundamental de las características del sistema, de tal manera que deja de considerarse humedal, según las definiciones usadas. Los cambios pueden ser en los atributos físicos, químicos o biológicos. Entre las actividades humanas que presentan un conflicto de este tipo se encuentran:

- **Reclamación de tierras.** Con fines agrícolas o ganaderos e implica la apropiación de espacios públicos y la expedición de títulos de propiedad, previa alteración de los niveles de agua o desplazamiento de los límites (Restrepo y Naranjo, 1987).
- **Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.** El primero se produce en el ámbito de las cuencas de captación de las aguas que alimentan los humedales alterando su dinámica natural por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica en algunos casos, o por cambios de cobertura vegetal que aumentan la carga de sedimentos o alteran la capacidad de retención de las aguas.
El segundo, se origina para darle un uso diferente al humedal y es una forma frecuente de impacto contundente sobre los humedales especialmente en aquellos situados en las áreas urbanas o suburbanas y realizadas con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación (MMA, 2002).
- **Introducción o trasplante de especies invasoras.** Con el fin de mejorar la oferta de proteína a través del cultivo de estanques o con fines de manejo (aumento en la retención de nutrientes o especies herbívoras para controlar “malezas acuáticas”), se han introducido o trasplantado especies invasoras que terminan liberándose al medio natural (MMA, 2002).

6.2.2. Perturbación severa (Orden de magnitud 2). Se refiere a las perturbaciones que se producen por cambios en los atributos físicos, químicos o biológicos de áreas del humedal, que alteran algunas de sus funciones ambientales o valores sociales, pero que le permiten seguir funcionando como humedal. Las actividades humanas que pueden ocasionar este tipo de cambios son:

- **Control de inundaciones.** Trata de perturbaciones que cambian los ciclos hidrológicos en el humedal (caudal, pulso, ritmo y frecuencia) produciendo alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y biológicos. Se producen mediante la construcción de obras civiles de “protección” para la contención, conducción o evacuación de las aguas (canales, diques o terraplenes) (MMA, 2002).
- **Contaminación.** Ocasiona cambios severos en la calidad de las aguas (química o por cargas de sólidos), lo cual desencadena cambios biológicos.
- **Canalizaciones.** Son alteraciones de los flujos superficiales de agua y su conducción a los cauces principales o secundarios. De esta manera, se altera la topografía y el régimen hídrico del humedal (MMA, 2002).
- **Urbanización.** Esta alteración severa como consecuencia del desarrollo urbano, industrial y de infraestructura de recreación puede producirse en zonas críticas (vegetación riparia, transición con sistemas terrestres), por lo tanto, se afecta la dinámica regular del humedal (MMA, 2002).
- **Remoción de sedimentos o vegetación.** Puede ocasionar cambios severos en el funcionamiento hidrológico y la biocenosis de los humedales, si se produce en la mayoría del área del humedal. Esta alteración se presenta por el mantenimiento de valores como la navegabilidad o por la extracción de materiales en los mismos (actividades mineras) (MMA, 2002).
- **Sobreexplotación de recursos biológicos.** Se produce por el exceso de uso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, la recolección de nidos, la extracción de materiales para usos domésticos, industriales, locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción) (MMA, 2002).
- **Represamiento o inundación permanente.** Tiene su origen en actividades de fomento piscícola, como la construcción de estanques para acuicultura, el

represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con los mismos fines de recreación, lo que finalmente, origina nuevos procesos ecológicos que pueden incluirse en el tipo de procesos típicos de los humedales (MMA, 2002).

Los anteriores aspectos son fundamentales para la formulación de la Política Nacional de Humedales, puesto que la magnitud de las perturbaciones y la capacidad de resiliencia o respuesta de los mismos, están inversamente ligadas con las oportunidades de conservación, manejo y restauración.

6.3. CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS

Se reconocen niveles jerárquicos o escalas espaciales de manifestación de los fenómenos ecosistémicos, que van desde el paisaje (cuenca hidrográfica), hasta unidades bióticas (comunidades o especies). La gestión de ecosistemas implica además la concurrencia en estos espacios de los actores y sectores involucrados, de tal suerte que los procesos de planificación o las evaluaciones ambientales de proyectos que los afectan, deben basarse en criterios múltiples (MMA, 2002).

De acuerdo con lo anterior, se han identificado diversos indicadores que permitirán reflejar el estado actual del humedal Toqui-Toqui y establecer el plan de acción para la conservación y manejo del humedal (Tabla 6-1).

Tabla 6-1. Propuesta general de atributos indicadores de estado y gestión para humedales, centrados en su biodiversidad asociada (MMA, 2002).

Nivel	Atributos	Indicadores de Estado	Indicadores Impacto de Gestión
Continental Nacional	Procesos ecológicos evolutivos y ambientales globales.	Superficie (%) de unidades biogeográficas de ecosistemas de agua dulce no perturbados por factores de afectación (Transformación total o perturbación severa)	Diversidad ecosistémica y biogeográfica en el sistema de áreas protegidas o de manejo especial (% de humedales). Cantidad (%) de diversidad ecosistémica al interior de las áreas protegidas o especiales. Cambios en el índice de riesgo por gestión de ecosistemas.
Regional Paisaje	Diversidad ecosistémica. Número y proporción de tipos o unidades funcionales de los ecosistemas de	Índice de diversidad e integridad ecosistémica. Índice de riesgo. Índice de fragmentación. Índice de madurez	

Nivel	Atributos	Indicadores de Estado	Indicadores Impacto de Gestión
	humedales. Heterogeneidad y conectividad. Dinámica de formación y regeneración de ecosistemas.	(Proporción de etapas sucesionales en una unidad ecológica).	
Local Comunidad biótica	Diversidad de especies. Riesgo de pérdida de especies amenazadas o en peligro de extinción. Especies exóticas.	Lista de especies amenazadas. Riqueza de especies. Índice de diversidad y equitabilidad. Frecuencia de clases tróficas. Número y proporción de especies en categorías especiales. Presencia o abundancia de bioindicadores de estado.	Mantenimiento de las listas de especies por taxa seleccionados. Mantenimiento de riqueza de especies. Mantenimiento o aumento del índice de diversidad. Mantenimiento de frecuencia de clases tróficas indicadoras de estabilidad en el sistema.
Especie/ Población	Dinámica de las poblaciones.	Número de poblaciones o subpoblaciones. Índices de agregación espacial de poblaciones. Número de individuos. Índice de agregación espacial de individuos. Distribución de clases de edad. Tasa interna de crecimiento poblacional.	Mantenimiento o aumento del número de poblaciones o subpoblaciones. Estabilidad o aumento de número de individuos. Mantenimiento o mejoramiento de la distribución de clases de edad. Aumento o estabilidad en la tasa interna de crecimiento poblacional.
Genético	Número y proporciones de alelos. Variabilidad genética	Coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Tasa de mutación vs Tasa de pérdida.	Disminución del coeficiente de entrecruzamiento (inbreeding) Equilibrio entre tasa de mutación vs Tasa de pérdida.

Fuente: GIZ (2022)

6.3.1. Análisis cualitativo del humedal Toqui-Toqui. A la fecha (2022), una vez caracterizado biológica y socioeconómicamente el humedal Toqui-Toqui, se establecieron los factores de afectación para el cuerpo de agua de acuerdo con lo definido en la Política Nacional de Humedales Interiores para Colombia. En primera medida, el análisis ambiental requirió el estudio de la comunidad biótica del lugar, con evaluaciones de fauna y flora que permitieran establecer sus cambios en el tiempo y espacio.

La identificación y valoración de las actividades potencialmente generadoras de modificaciones al medio que pueden producir algún tipo de impacto e inciden directamente sobre el humedal Toqui-Toqui se evaluaron a través de una matriz cualitativa de impacto ambiental, la cual cuenta con dos entradas que indican las actividades presentes en el humedal, así como los elementos que pueden ser afectados a partir de ellas. Así, se resaltan las actividades de mayor incidencia, con el fin de establecer programas de manejo para control ambiental (Tabla 6-2). En dicha matriz la presencia de una perturbación se anota con un 1 y la falta de éste como 0.

Tabla 6-22. Matriz cualitativa de impactos observados en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

VARIABLES	Producción pecuaria		Aprovechamiento recurso agua				Administración	
	Cultivo en rondas	Cultivo autoconsumo	Ganadería extensiva	Cría animales para autoconsumo	Piscicultura	Pesca artesanal	Propiedad privada	Municipio/ Departamento
1. Agua								
Agua superficial permanente	1	0	1	0	0	0	1	0
Agua superficial temporal	1	0	1	0	0	0	1	0
Control de inundaciones	0	0	0	0	0	0	1	0
Canalización	0	0	0	0	0	0	1	0
Represamiento	0	0	0	0	0	0	1	0
2. Vegetación								
Vegetación leñosa	1	0	1	0	0	0	1	0
Vegetación herbácea	1	0	1	0	0	0	1	0
Diversidad	1	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza fitoplancton	1	0	1	0	0	1	1	0
3. Fauna								
Riqueza zooplancton	1	0	1	0	0	1	1	0
Riqueza macroinvertebrados acuáticos	1	0	1	0	0	1	1	0
Riqueza peces	1	0	1	0	0	1	1	0

VARIABLES	Producción pecuaria		Aprovechamiento recurso agua				Administración	
	Cultivo en rondas	Cultivo autoconsumo	Ganadería extensiva	Cría animales para autoconsumo	Piscicultura	Pesca artesanal	Propiedad privada	Municipio/ Departamento
Riqueza herpetos	1	0	1	0	0	0	1	0
Riqueza aves	1	0	1	0	0	1	1	0
Riqueza mamíferos	1	0	1	0	0	1	1	0
4. Unidades ambientales / paisaje								
Suelos expuestos	1	0	1	0	0	0	1	0
Bosques de vega-bosque de galería	1	0	1	0	0	0	1	0
Pastizal	1	0	1	0	0	0	1	0
5. Uso de la tierra y capacidad de uso								
Producción	0	0	0	0	0	0	1	0
Ecoturismo	0	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: GIZ (2022)

6.4. ANÁLISIS DEL COMPONENTE AMBIENTAL.

Entre las problemáticas que más afectan la biodiversidad del humedal Toqui-Toqui es la invasión del humedal por vegetación que cubre el cuerpo de agua. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar, sin embargo, se requiere de programas de limpieza para evitar que la vegetación invada por completo la superficie del agua.

La calidad del agua en el humedal Toqui-Toqui es media según el índice de calidad del agua, encontraron valores muy altos en los coliformes fecales y totales, lo cual permite evidenciar procesos de intervención antrópica y pone de manifiesto la necesidad de hacer una evaluación del origen del aumento de esta variable. Así mismo, los altos valores en los aspectos bacteriológicos podrían estar indicando que el agua se encuentra saturada de materia orgánica y fecal aportada por el ganado o por un posible vertimiento de desechos domésticos.

Por otro lado, la presencia de reses cerca del humedal podría estar generando la compactación del suelo justo en su ronda hídrica, por lo que se hace necesario hacer una evaluación de las condiciones del suelo y establecer un origen certero sobre las causas de las transformaciones negativas que está

sufriendo el cuerpo de agua, esto con el fin de controlar, mejorar y conservar su calidad. Evitar la compactación del suelo, el uso intensivo de tierras aledañas al humedal para actividades ganaderas y el uso del agua para actividad agropecuaria pueden garantizar el mantenimiento o aumento del índice de diversidad y de frecuencia de clases tróficas indicando estabilidad en el sistema.

Se hace necesario realizar monitoreos de las especies de los diferentes grupos faunísticos para evidenciar el mantenimiento de las listas de especies y el estado poblacional de diferentes especies de interés, tales como aves migratorias, mamíferos medianos y grandes, macroinvertebrados bioindicadores del estado de calidad del agua, así como anfibios y reptiles presentes en el humedal.

Entre los beneficios esperados con la implementación del PMA para este humedal se espera:

- Conservar la humedad y el espejo de agua del humedal Toqui-Toqui
- Regular la escorrentía
- **Controlar la erosión**
- Controlar la propagación de vegetación sobre la superficie del agua
- Consolidar riberas y mantener los bordes como hábitat de fauna silvestre residente o migratoria (anidación, alimento, refugio y reproducción)
- Protección del humedal
- Atracción de insectos y aves silvestres
- Ornamentación por características de floración y colorido

6.4.1. Transformación total de un humedal.

6.4.1.1. *Reclamación de tierras.* Las zonas aledañas se usan para actividades ganaderas, agrícolas y extracción de petróleo, teniendo gran impacto sobre el humedal, además, no se evidencia la implementación de barreras que impidan la escorrentía de productos químicos, materia orgánica o fertilizantes al cuerpo de agua.

6.4.1.2. *Modificación completa de regímenes hidráulicos y reclamación del espacio físico del humedal.* La dinámica natural del humedal no se ve alterada por la construcción y operación de obras civiles de regulación hídrica, tampoco se evidencian afectaciones por áreas urbanas o suburbanas y obras con el fin de ampliar el espacio para el desarrollo de infraestructura urbana, industrial o de recreación.

6.4.1.3. *Introducción o trasplante de especies invasoras.* Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal. No obstante, durante el monitoreo de flora y fauna, no se evidencias especies exóticas o introducidas dentro del área de estudio.

6.4.2. Perturbación severa.

6.4.2.1. *Control de inundaciones.* Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

6.4.2.2. *Contaminación.* Se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal. Así mismo, teniendo en cuenta la presencia de cultivos, ganado y extracción petrolera, es de esperarse que residuos de estos productos lleguen por escorrentía al humedal, por lo cual, se recomienda hacer un análisis fisicoquímico y bacteriológico mucho más detallado de sus aguas.

6.4.2.3. *Urbanización.* No se presentan tensionantes de tipo urbano, ni de infraestructura de recreación dado que el humedal se encuentra en predios privados, sin embargo, se registran tensionantes de tipo industrial debido a los pozos petroleros que se localizan muy cerca del área de influencia.

6.4.2.4. *Sobreexplotación de recursos biológicos.* Los pobladores de la región dan a conocer que no existe el uso en exceso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, ni la recolección de nidos o extracción de materiales para usos domésticos, industrial locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción), sin embargo, se requieren de mayores estudios para evidenciar este tipo de problemáticas en el humedal.

6.4.2.5. *Represamiento o inundación permanente.* No se evidencias construcción de estanques para acuicultura ni represamiento de los flujos de agua en los pantanos para la creación de lagos con fines de recreación.

CAPÍTULO 7. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN

7. VALORACION Y EVALUACION

7.1. EVALUACIÓN ECOLÓGICA

7.1.1. Generalidades del humedal.

7.1.1.1. *Tamaño y posición.* El humedal Toqui-Toqui se encuentra ubicado en la vereda Manga de los Rodríguez del municipio de Piedras, Tolima en las coordenadas 04°49'26.74''N, 74°47'09.03''W. Pertenecce a la subzona hidrográfica río Totare y comprende un área aproximada de 2.66 hectáreas de área inundable y una altura promedio de 233 metros.

7.1.1.2. *Conectividad ecológica.* Por la cercanía del humedal Toqui-Toqui con algunos cuerpos de agua y relictos bosque seco, se puede deducir que existe la posibilidad de un intercambio, principalmente de la avifauna y quiroptero fauna (dispersores de semillas), que a su vez contribuiría al intercambio de especies de vegetación. Sin embargo, se hace necesario realizar estudios de seguimiento y monitoreo a poblaciones de aves y murciélagos (anillado, censos) que muestren mayor capacidad de dispersión, para identificar las relaciones que se puedan presentar entre las aves y los distintos humedales y evidenciar si existe una conectividad y a qué grado se estaría presentando.

De igual forma se hace indispensable la creación de corredores biológicos que conecten estas áreas con relictos boscosos que se encuentran cerca al humedal y que probablemente presentan una alta diversidad de especies de fauna y flora; con lo cual se garantizaría la conservación de las especies asociadas al humedal.

El humedal se encuentra en un proceso de pérdida del espejo de agua, lo cual perjudica de manera directa la fauna y flora característica de estos ecosistemas, por tanto, es importante evaluar la conectividad ecológica con bosques cercanos y especificar la posibilidad de implementar cercas vivas se convierte en una gran herramienta para la conservación de este humedal en el municipio de Piedras.

7.1.2. *Diversidad biológica.* Con el fin de caracterizar la diversidad biológica del humedal Toqui-Toqui, durante los años 2016 y 2022 se trabajaron diferentes grupos de flora y fauna los cuales se determinaron hasta el mínimo nivel taxonómico posible.

Para el año 2013 se obtuvo un total de 38 géneros de fitoplancton, nueve familias de zooplancton, 32 familias de macroinvertebrados acuáticos y un total de 155 especies, de las cuales 40 corresponden a flora y 115 a la fauna silvestre vertebrada.

- ✓ dos especies de peces
- ✓ ocho especies de anfibios
- ✓ cuatro especies de reptiles
- ✓ 78 especies de aves
- ✓ 23 posibles especies de mamíferos, 14 de ellas correspondientes a mamíferos voladores.

Por su parte, durante el presente estudio (año 2022), se obtuvo un total de 111 especies, de las cuales 24 corresponden a flora y 87 a fauna silvestre.

- ✓ 19 especies de mariposas
- ✓ dos especies de peces
- ✓ siete especies de anfibios y tres de reptiles
- ✓ 32 especies de aves
- ✓ 24 especies de mamíferos

Estas cifras son importantes a la hora de evidenciar el estado de conservación del humedal, sin embargo, es necesario realizar inventarios y monitoreos periódicos en el área para verificar los verdaderos valores de diversidad en la zona.

7.1.3. Naturalidad. Como ya se mencionó en el humedal Toqui-Toqui la formación del espejo de agua se dio de forma natural y hasta el momento se evidencia una notoria invasión del cuerpo de agua por macrófitas acuáticas, por lo cual su espejo es muy reducido.

7.1.4. Rareza. La rareza del humedal está dada por la presencia de algunas especies endémicas, migratorias y categorizadas como amenazadas nacional o globalmente (Tabla 7-1). Debido a esto, es necesario realizar monitoreos de seguimiento de estas poblaciones a lo largo del tiempo, los cuales permitan conocer el tamaño poblacional de las mismas y su estado a lo largo del tiempo en el humedal. Así mismo, en el caso de la avifauna, se recomienda realizar monitoreos adicionales durante el período de migración con el fin de obtener un inventario más completo de las aves de la región.

Tabla 7-1. Especies de gran importancia registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Nombre científico	Amenaza nacional	Amenaza Global	CITES	Estatus	Año
<i>Caiman crocodilus</i>	LC	LC	II	R	2016, 2022
<i>Iguana iguana</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Pandion haliaetus</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Elanus leucurus</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Rupornis magnirostris</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Phaethornis anthophilus</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Chalybura buffonii</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Caracara plancus</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Milvago chimachima</i>	LC	LC	II	R	2016, 2022
<i>Brotogeris jugularis</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Amazona ochrocephala</i>	LC	LC	II	R	2016
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	LC	LC	III	R	2016, 2022

Fuente: GIZ (2022)

7.1.5. Fragilidad. Las especies con alguna categoría de amenaza son de gran relevancia para la conservación del humedal, debido a que las relaciones que presentan con su entorno son muy estrechas y en caso de perturbaciones en el hábitat, se verá reflejada rápidamente en su tamaño poblacional, esto debido a que el número de individuos reducido no permitirá que la especie se acople o adapte fácilmente a las nuevas condiciones. Para el año 2022 en el humedal Toqui-Toqui, no se registran especies con algún grado de amenaza a nivel nacional y global, por lo cual las poblaciones allí registradas no presentan riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo.

Respecto a las especies registradas en los apéndices CITES, en el Apéndice I en el cual se incluyen especies que están en peligro de extinción y por tal se prohíbe su comercio internacional, no se registraron especies. Por otro lado, en el Apéndice II y III en el cual se encuentran especies que no están amenazadas pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio, se registraron especies como *Dendrocygna autumnalis*, *Milvago chimachima*, *Caiman crocodilus*, entre otras (Tabla 7-1).

Dada las condiciones anteriores, es importante identificar los hábitats de preferencia de las especies y en lo posible evitar la modificación del paisaje, promoviendo un mayor uso de los hábitats disponibles para las mismas y evitando su extinción local. Así mismo, debido a que los bosques naturales cumplen una importante función reguladora controlando la cantidad y temporalidad del flujo

del agua, protegiendo los suelos de procesos erosivos por acción de la gravedad y manteniendo una temperatura y evapotranspiración constante, se hace necesario velar por la recuperación y permanencia de los pequeños parches de vegetación que se observan en las inmediaciones del humedal.

Esta necesidad se hace imperante debido a que desde un punto de vista integral, estas áreas estructuralmente más complejas proveen hábitat para las especies de flora y fauna, constituyen sumideros de CO₂, albergan bancos de germoplasma, y consecuentemente contribuyen en la conservación de la biodiversidad de los humedales. Por lo tanto, la pérdida de los relictos de bosques genera un desequilibrio que se refleja en la posibilidad de inundaciones o sequías, haciendo más vulnerable los humedales a quemas en verano, pérdida de biodiversidad, pérdida de bienes materiales por inundaciones, y finalmente, destina a estos ecosistemas a su desaparición.

Así mismo, la laguna se encuentra actualmente invadida por vegetación que ha cubierto prácticamente la totalidad del espejo de agua y se identificó que el humedal no cuenta con una zona de bosque protector que contribuya en la regulación hídrica por la evapotranspiración. Estos problemas podrían estar limitando la oferta de alimento y disposición de hábitat adecuados para refugio, anidación, alimentación y desarrollo de distintas especies de fauna silvestre.

Además, las zonas cercanas al humedal Toqui-Toqui se encuentran fundamentalmente afectadas por las actividades agrícolas y ganaderas (con expansión de potreros), y aunque los pobladores declaran que en lo posible se trata de no afectar el cuerpo de agua, estas actividades muestran un efecto en el sistema abiótico, causando un deterioro en el suelo y las geoformas debido a su compactación.

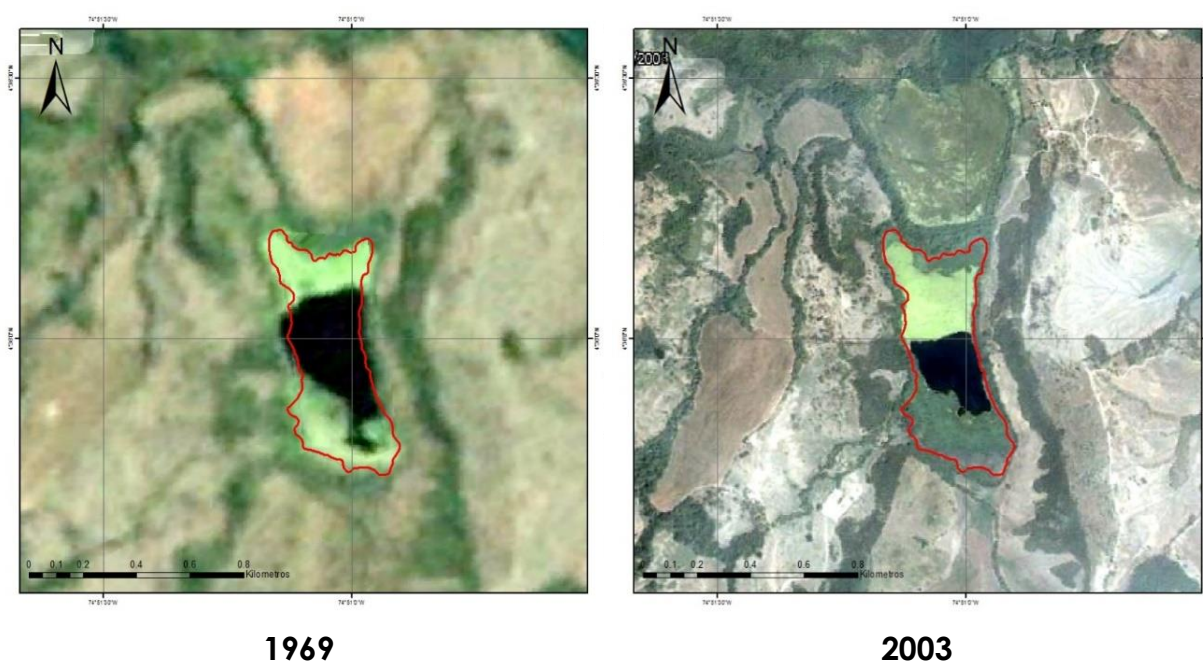
Así mismo se observa la presencia de pozos de perforación pertenecientes a la para la empresa Ecopetrol S. A. dentro del proyecto "Campo Toqui-Toqui" (Figura 7-1)-con licencia ambiental otorgada en 1995 (Res. 319 del 3 de abril) del MMA y modificada en febrero de 2015 (Res. 174 del 17 de febrero) del ANLA" (Figura 7-1) y especialmente la presencia de líneas de flujo dentro de la ronda hídrica". La operación de los pozos han incidido en la regulación hídrica (figura 7-2) y los procesos ecológicos asociados a la fauna y flora del humedal, asociados posiblemente a efectos del cambio climático.

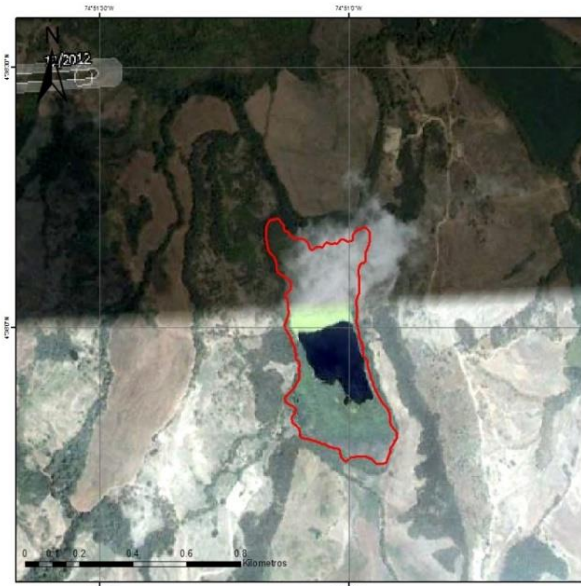
Figura 7-1. Extracción petrolera en el área cercana al humedal Toqui-Toqui.



Fuente: GIZ (2016)

Figura 7-2. Cambios en el tamaño y estado del humedal Toqui-Toqui, a lo largo del tiempo (1969, 2003, 2007, 2013/01, 2013/10, 2016, 2022).





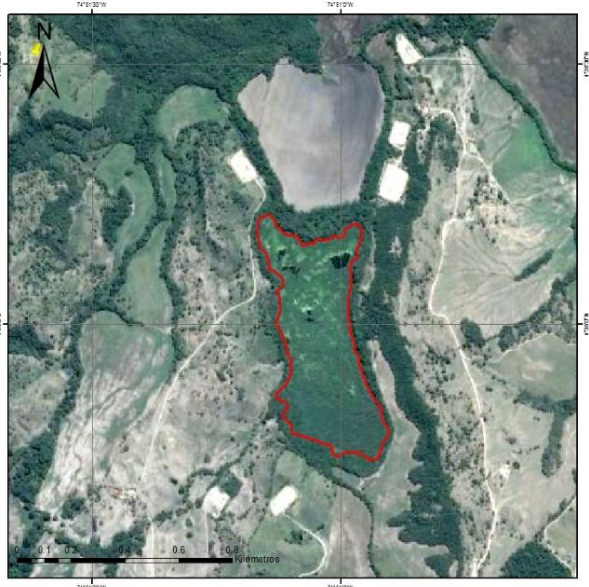
2007



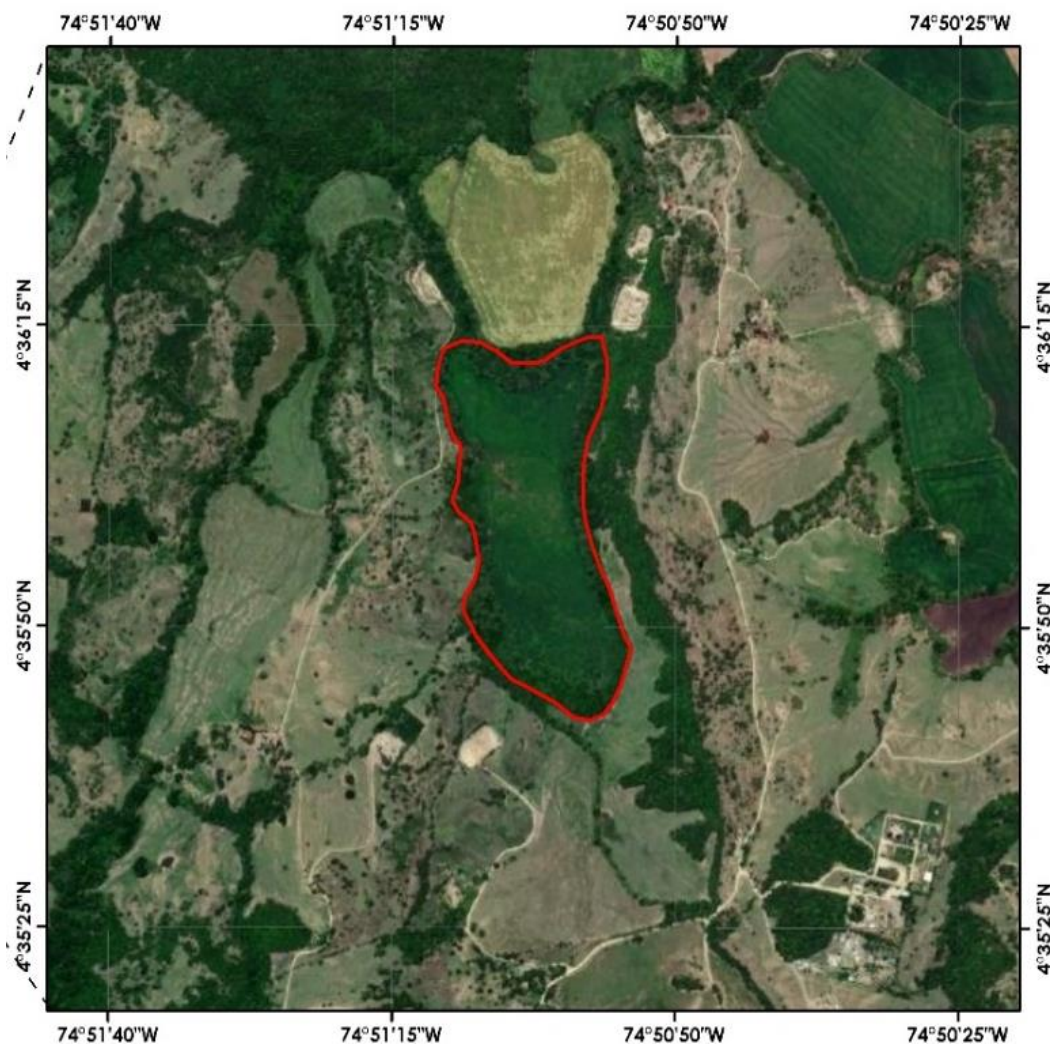
2003/01



2003/10



2017



Fuente: GIZ 2022)

7.1.6. Posibilidades de mejoramiento. Dentro de las problemáticas más comunes de los humedales se encuentran quemas y talas en las franjas protectoras, construcción de canales artificiales, cambios en los niveles de profundidad, construcción de carreteras, infraestructura de servicios públicos, compuertas y diques, sedimentación, pesca intensiva, sistema de riego y acueductos, agricultura y ganadería, sustancias tóxicas, agroquímicos, aguas residuales sin tratamiento, disposición de residuos sólidos y erosión, entre otras.

En el presente documento se establecen las posibles estrategias que se pueden implementar para el mejoramiento, **restauración o** rehabilitación del ecosistema. Cabe destacar que como menciona Jaramillo-Villa *et al.* (2016), aunque los ecosistemas no exhiben límites abruptos, la correcta gestión de los humedales exige establecer referencias que con base en los límites donde el agua ejerce influencia en las características de tierra firme. Con base en esto y a partir del análisis presentado en el Capítulo 2, algunas de las acciones a implementar son:

- ✓ Eliminar tensionantes como las basuras, el vertimiento de aguas contaminadas y residuales, la cacería y extracción de flora y fauna, la tala y quema de árboles y el pastoreo dentro de la ronda hídrica del humedal, de esta manera se ayudaría a mejorar su calidad ambiental y se aseguraría la permanencia de las especies bióticas registradas desde el 2013 en Toqui-Toqui.
- ✓ Instalar cercas vivas con especies nativas y propias de la región o proponer programas de reforestación alrededor del humedal, dado que gran parte del cuerpo de agua no cuenta con bosque protector que permita el establecimiento y permanencia de especies propias de estos ecosistemas.
- ✓ Controlar la expansión de la frontera agrícola en las áreas aledañas al humedal, esto con el fin de evitar la entrada por escorrentía de insecticidas y abonos con elementos tóxicos para la fauna, flora y la composición química del agua.
- ✓ Controlar la expansión de ganadería en las áreas aledañas al humedal, esto con el fin de evitar la contaminación del cuerpos eagua por heces fecales y líquidos residuales que hacen perder la calidad bacteriológica del agua y aumento de la eutroficación
- ✓
- ✓ Conformar grupos o líneas de investigación que formulen proyectos en el humedal en busca de su conservación donde participen instituciones como colegios, universidades y ONG's, así como la comunidad en general, dado que es necesario realizar inventarios completos y monitoreos de las poblaciones de flora y fauna con el fin de evidenciar el estado actual de las poblaciones y cómo se están comportando a lo largo del tiempo.
- ✓ Debido a que la fauna y flora en general presta servicios fundamentales para el funcionamiento general del ecosistema (ej. los insectos, los murciélagos y las aves son considerados como principales agentes de dispersión de semillas y polen), se propone llevar a cabo investigaciones encaminadas a conocer la biología y ecología de diferentes grupos taxonómicos (macro y microscópicos) con lo cual se podrían no solo, conocer los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos prestados por la biota, si no también documentar los recursos genéticos, realizar investigaciones de línea base y especializadas e incluso favorecer nuevas oportunidades de utilización sostenible de la flora y fauna (medicina alternativa y pesca de subsistencia).

Finalmente, se contempla la protección de todos los organismos que habitan el humedal, ya que la existencia de estos mantiene procesos ecológicos y contribuyen a la diversidad mundial.

7.2. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL

7.2.1. C
o
n
o
c
i
m
i
e
n
t
o
d
e
l
h
u
m
e
d
a
l
p
o
r
l
o
s
h
a
b
i
t
a
n
t
e
s
a
l
e
d
a
ñ

Figura 7-2. Encuestas realizadas a los habitantes de las zonas aledañas al humedal objeto de estudio.



Fuente: GIZ (2022)

7.2.1.1. *Conocimiento del humedal.* La población aledaña, correspondiente a la vereda Manga de los Rodríguez del municipio de Piedras, contempla al humedal Toqui-Toqui como un ecosistema de gran atractivo turístico; el cual antiguamente brindaba importantes beneficios a los pobladores, principalmente a través de la pesca artesanal siendo este el principal sustento para ellos.

En el pasado, este ecosistema era ampliamente conocido por los pobladores ya que allí también frecuentaban el humedal con fines de esparcimiento familiar usándose como balneario y aprovechando los servicios culturales que este brindaba. Sin embargo, actualmente son pocos los beneficios que este brinda debido a la disminución del espejo de agua y al suelo erosionado como consecuencia principalmente de acuerdo a lo expresado por algunos pobladores a las intervenciones realizadas por las petroleras existentes en la región desde hace más de 30 años; afectando dos procesos importantes a nivel ecológico como es el área del espejo de agua y la disminución de peces. Estos procesos, se convirtieron en el punto de inflexión del deterioro ambiental que empezó a avanzar a gran escala.

7.2.1.2. *Conocimiento de la fauna y la flora del humedal.* Los animales más comunes para los pobladores son garzas, chuchas, babillas, nutrias y serpientes cazadoras. La gran mayoría de habitantes desconoce la riqueza faunística del humedal. Desconocen la presencia de aves migratorias.

En cuanto a la flora la información que se tiene de esta es poca, la información sobre plantas medicinales o uso de las diferentes especies es regular. Este resultado pone de manifiesto que hace falta realizar talleres sobre fauna y flora, capacitaciones sobre la importancia de la conservación, problemáticas ambientales y la pérdida de biodiversidad regional y mundial, para generar una conciencia de conservación en el municipio de Piedras.

7.2.1.3. *Funciones del humedal.* El humedal Toqui-Toqui, representa un recurso natural de invaluable importancia y valor para las personas que tienen sus hogares en el área de influencia, principalmente para 28 familias que hacen parte de la empresa comunitaria El Porvenir quienes habitan cerca al humedal.

Sin embargo, a pesar de esto desconocen las principales funciones aportadas por este ecosistema. Se percibe principalmente como un espacio natural que alberga una variedad de especies tanto de fauna como de flora. De acuerdo a lo expresado por los pobladores la densidad poblacional y diversidad de varias especies de fauna se han visto fuertemente disminuidas, debido a la actividad de la cacería que se practicaba con frecuencia en años anteriores y a la erosión del suelo debido a la actividad petrolera.

Los pobladores expresaron que esta actividad ha causado la sequía del humedal conllevando a la muerte de un gran número de especies acuáticas, lo que sumó la presencia de aves carroñeras complicando la problemática ambiental. Adicionalmente, en el año 2013 se vio afectado este ecosistema debido al desastre ambiental causado por el derramamiento de crudo que se desplazó a lo largo de la fuente hídrica secando la flora y afectando a la fauna que allí habitaba.

El principal servicio identificado por los pobladores, es el servicio de provisión al suministrar alimento (pesca), actividad de gran importancia para ellos ya que les permitía llevar el sustento diario a sus familias, función que para ellos se vio drásticamente. Otros servicios de gran importancia tal como el servicio de apoyo y regulación no son muy conocidos. Teniendo en cuenta, la falta de conocimiento más consistente entre la comunidad acerca de la importancia de este tipo de ecosistema; se propone realizar talleres participativos dirigidos a niños, jóvenes y adultos de manera periódica en donde puedan fortalecer y adquirir mayor conocimiento acerca de las funciones de los humedales.

La implementación de estos espacios educativos dirigidos a la comunidad, se espera que contribuyan a generar una mayor conciencia creando estrategias

para la recuperación y protección del humedal Toqui-Toqui y así mismo que se involucren en actividades que conlleven a su cuidado.

7.2.1.4. Actitud frente al humedal. A pesar de que el humedal Toqui-Toqui se encuentra en predio privado, se evidencia por una gran mayoría el interés en participar para llevar a cabo su recuperación y conservación mediante distintas actividades, entre las que se destacan: participación de jornadas de limpieza, apertura del espejo de agua e interés en general por la preservación de este ecosistema.

Existe una gran preocupación por parte de la población aledaña a este ecosistema existe una gran preocupación por la falta de la presencia de la Corporación autónoma Regional del Tolima-CORTOLIMA, con el fin de supervisar las actividades realizadas por las empresas petroleras y así mismo establecer acciones para minimizar el impacto que estas generan en el ecosistema. Por otra parte, existe gran interés en que se realicen talleres de educación ambiental para concientizar a las distintas generaciones acerca de la importancia de este ecosistema.

Además, un gran número de pobladores expresaron el interés en que se generen programas de producción piscícola en donde los pobladores de la vereda se puedan ver beneficiados de esta actividad de manera controlada para su sustento; actividad que en un pasado era común entre los pobladores. Para lograr, este último planteamiento es indispensable contar con acuerdos con los propietarios en los cuales se encuentran los humedales para que se desarrolle de la mejor manera para todos.

Adicionalmente, se considera de importancia dar a conocer a los dueños de predios cercanos que se dedican a las actividades agrícolas, del uso responsable de los agroquímicos empleados en los cultivos cercanos al humedal con la finalidad de crear conciencia de las consecuencias generadas por estos; los cuales afectan principalmente la calidad del aire, suelo y agua.

7.2.1.5. Acciones para la recuperación del humedal. Entre las principales acciones manifestadas por los pobladores de la vereda se destaca el interés de asistir a talleres de educación ambiental y talleres de capacitación que traten aspectos del humedal y sobre fauna y flora. Otros pobladores, plantean participar directamente en acciones como la reforestación y jornadas de limpieza.

7.2.2. Valoración económica. La valoración económica del humedal Toqui-Toqui está enfocada en la identificación de los diferentes tipos de valores que las personas que hacen parte del Área de Influencia Directa e Indirecta le asignan al humedal.

En este contexto y de acuerdo a la convención de Ramsar, la valoración económica está orientada a determinar los valores de uso directo e indirecto, valor de opción y el valor del no uso.

- El valor de uso directo corresponde a los beneficios derivados de la explotación del humedal, ya sea por la agricultura, la pesca, recreación, explotación de fauna y flora, cría de animales, entre otros. Por lo general, el valor de uso se caracteriza por reflejar una interacción entre el ser humano y el humedal.
- El valor de uso indirecto son aquellos beneficios producidos por las funciones ecológicas reguladoras del humedal. Dentro de ellas se pueden encontrar: la retención de nutrientes, control de inundaciones, reservorios de agua, entre otros. Por lo general, en este valor siempre se encontraran actividades que no tienen un valor comercial en el mercado, por lo cual se hace difícil su cuantificación monetaria.
- El valor de opción está relacionado con los posibles usos futuros-ya sean directos e indirectos-que se piensan implementar en el humedal.
- El valor del no uso se “deriva del conocimiento de que se mantiene un recurso, ya sea diversidad biológica, patrimonio cultural, sitio religioso y legado” (Lambert, 2003).

De acuerdo al trabajo de campo se establecieron los siguientes valores para la valoración económica del humedal Toqui-Toqui:

Tabla 7.2. Valoración económica del humedal Toqui-Toqui.

Valor de uso			
Valor de uso directo	Valor de uso indirecto	Valor de opción	Valor del no uso
Agua para ganado	Reservorio de agua	*****	Zona de reserva

Fuente: GIZ (2016)

- Valor de uso directo: De acuerdo al trabajo de campo se logró evidenciar que los predios que hacen parte del Área de Influencia Directa, utilizan el humedal Toqui-Toqui como fuente hídrica para el ganado, aunque en la actualidad manifiestan que debido a la reducción del espejo de agua y a su bajo nivel, ya no cuentan con el suministro de agua para sus animales.
- Valor de uso indirecto: El humedal Toqui-Toqui sirve como un gran reservorio de agua, el cual beneficia de forma considerable a la población del Área de Influencia Directa especialmente en los veranos prolongados. Adicionalmente, el humedal cumple con las funciones propias de este ecosistema, dentro de ellas se destacan, el almacenamiento del carbono y la estabilización de nutrientes y el microclima.
- Valor de opción: En la actualidad los habitantes que hacen parte del Área de Influencia Directa no tienen planeado explotar económicamente el humedal.
- Valor del no uso: Dado el caso que no se llegase hacer uso del humedal, lo mejor opción sería convertirlo en una zona de reserva, con el fin de preservarlo y conservarlo.

CAPÍTULO 8.

ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

8. ZONIFICACIÓN DEL HUMEDAL

8.1. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental es un proceso y herramienta de apoyo al ordenamiento territorial y ambiental del país, cuya elaboración se basa en la oferta de recursos de un determinado espacio geográfico, considerando las demandas de la población, dentro del marco del desarrollo sostenible. Esta zonificación constituye un instrumento fundamental, integrador y de apoyo a la gestión ambiental, que ayuda a la definición e identificación de espacios homogéneos y permite orientar la ubicación y el tipo de actividades más apropiadas para el área de consideración. Así mismo, estimula, facilita y apoya la labor de las instituciones para realizar el seguimiento de dicha actividad y la correspondiente supervisión (CONAM, 1999). La zonificación para la ordenación y manejo de los humedales, se constituye además en un ejercicio dinámico, flexible el cual debe ser revisado y ajustado, constantemente de acuerdo a las dinámicas sociales y a las eventualidades imprevistas como son las catástrofes naturales (Mamaskato, 2008).

Este capítulo presenta la zonificación del humedal Toqui-Toqui localizado en el municipio de Piedras, en el cual se establecen unidades de manejo que permitan concentrar a través de estrategias específicas (desde el punto de vista ecosistémico, hidrológico, sociocultural, y paisajístico), acciones conducentes a la recuperación ecológica del humedal Toqui-Toqui. Para ello se tuvieron en cuenta los criterios y categorías de zonificación definidas por la convención Ramsar (Resolución VIII-14), la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales (Resolución 196 de 2006, emitida por el MAVDT).

En primer lugar, se presentan los aspectos conceptuales que guían la definición de la zonificación ambiental, seguidos por la metodología. De igual manera se presentan los insumos de la zonificación, refiriéndonos a los diagnósticos biofísico y socioeconómico y conflictos ambientales y por último la zonificación de acuerdo a las unidades de manejo con los regímenes de uso propuestos para cada una de ellas.

8.1.1. Aspectos conceptuales. La convención Ramsar, en la Resolución VIII. 14, 2002 “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales” propone algunas normas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de definir la zonificación de un humedal.

Por ejemplo, la convención plantea que “Se ha de zonificar con la participación plena de los interesados directos, inclusive comunidades locales y pueblos

indígenas; se han de explicar a fondo los motivos para establecer y delimitar zonas, lo que reviste particular importancia a la hora de fijar los límites de las zonas de amortiguación; se ha de preparar una relación concisa de las funciones y/o descripciones de cada sector como parte del plan de manejo; las zonas debieran señalarse con un código o designación singular y, cuando se pueda, fácil de reconocer, aunque en algunos casos bastará con emplear un código numérico sencillo; se ha de levantar un mapa que indique los límites de todas las zonas; de ser posible, los límites de las zonas debieran ser fácilmente reconocibles e identificables sobre el terreno; los indicadores físicos (por ejemplo, cercas o caminos) son los más apropiados para señalar los límites y los que consistan en rasgos dinámicos, como ríos, hábitat variables o costas inestables, debieran indicarse con alguna marca permanente; y en los sitios extensos y uniformes o en las zonas de hábitat homogéneo divididas por un límite entre zonas debieran emplearse marcas permanentes y levantarse mapas de los lugares con ayuda del sistema mundial de determinación de posición (GPS)".

Según los principios y criterios para la delimitación de los humedales continentales elaborado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2014. Se deben tener en cuenta dos criterios para la delimitación de los humedales. a) Aquellos que determinan el límite funcional y garantizan su integridad ecológica; y b) Aquellos que permiten analizar implicaciones y direccionar la toma de decisiones sobre los procesos socioecológicos que suceden en el territorio del humedal (Figura 8-1).

a. *Criterios para la identificación del límite funcional del humedal.* Se han considerado cuatro tipos de criterios para identificar el límite funcional de los humedales

- **Geomorfológicos.** Permiten identificar las principales formas del relieve que dejan que el agua se deposite y acumule.
- **Hidrológicos.** permiten identificar la fuente de alimentación del agua y las dinámicas de inundación de manera multitemporal.
- **Edafológicos.** permiten identificar los suelos que han evolucionado bajo condiciones de humedad (suelos hidromórficos).
- **Biológicos.** permiten identificar comunidades altamente comprometidas con los procesos hidrogeomorfológicos y edafológicos característicos de los humedales. En especial se propone el uso de comunidades vegetales hidrofíticas.

Figura 8-1. Estructura para la gestión del humedal. Proceso que integra la identificación, la delimitación basada en dos grupos de criterios y el plan de manejo.



Fuente: IAVH (2014)

b. *Criterios para el análisis de las implicaciones y la toma de decisiones.* Se definen algunos criterios para analizar las implicaciones sociales, económicas y de gobernanza que se generarán a partir de la identificación del límite funcional de los humedales (Figura 8-2); esto permitirá tener argumentos para la toma de decisiones de acuerdo con los principios enunciados

La Resolución 196 de 2006 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por su parte, define la zonificación de los humedales “como el proceso mediante el cual, a partir de un análisis integral ecosistémico y holístico, se busca identificar y entender áreas que puedan considerarse como unidades homogéneas en función de la similitud de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales” “... Las unidades homogéneas de acuerdo a Andrade (1994), están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología, geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sea de origen natural o cultural”.

Figura 8-2. Criterios para la toma de decisiones y el análisis de las implicaciones.

Fuente: IAVH (2014)

En relación a la definición de etapas para la zonificación, según resolución 196 de 2006, comprende cuatro etapas:

- **Etapla preparatoria.** Consiste en la definición del área de estudio, ubicación físico-política y obtención de mapas base. Así mismo, incluye la recolección y evaluación de la información biótica y socioeconómica existente.
- **Etapla de actualización y generación de cartografía temática.** Consiste en un “proceso de actualización y generación de cartografía, con trabajo de interpretación de fotografías aéreas y comprobación cartográfica en campo para originar los siguientes mapas: geológico, suelos, fisiográfico, cobertura vegetal, sistema hídrico, socio económico (sistemas productivos, población, infraestructura, servicios básicos), uso actual, demanda ambiental (información de campo, fotointerpretación, y los cruces del mapa de uso actual con el mapa socio económico), oferta ambiental (correlación de los mapas de suelos, pendientes, fisiográfico, demanda ambiental, cobertura vegetal), procesos denudativos (correlación de los mapas base, pendientes, fisiográfico, geológico) amenazas naturales (correlación de los mapas geológico, hídrico, procesos

denudativos y conflictos de uso), conflictos de uso (correlación de los mapas uso actual, vegetación, oferta ambiental) y unidades de manejo (producto final)."

- **Etapas "Criterios de Zonificación".** En esta etapa se deben identificar los aspectos de oferta, demanda y conflictos del humedal en particular, tomando como base los siguientes conceptos:

- **Oferta ambiental.** capacidad actual y potencial para producir bienes y servicios ambientales y sociales del humedal con base en el conocimiento de las características ecológicas del mismo, identificadas anteriormente. En este sentido la oferta ambiental puede establecerse de acuerdo con las siguientes categorías:

- **Áreas de aptitud ambiental.**

- ✓ *Zonas de especial significancia ambiental.* Áreas que hacen parte del humedal poco intervenidas, áreas de recarga hidrogeológica, zonas de nacimientos de corrientes de agua, zonas de ronda.

- ✓ *Zonas de alta fragilidad ambiental.* Incluyen áreas del humedal donde existe un alto riesgo de degradación en su estructura o en sus características ecológicas por la acción humana o por fenómenos naturales.

- **Áreas para la producción sostenible y desarrollo socioeconómico.** Corresponden a las zonas del humedal donde los suelos presentan aptitud para sustentar actividades productivas (agrícolas, ganaderas, forestales y faunísticas).

- **Demanda ambiental.** Está representada por el uso actual y los requerimientos de las comunidades sobre el ambiente biofísico del humedal (Agua, aire, suelo, flora, fauna, insumos y servicios)

- **Conflictos ambientales.** Se generan por la existencia de incompatibilidades o antagonismos entre las diferentes áreas de la oferta ambiental y los factores que caracterizan la demanda ambiental. Estos conflictos ambientales se presentan en las siguientes situaciones: cuando se destruyen o degradan los componentes bióticos del humedal por la explotación inadecuada y cuando hay sobreutilización de los componentes del humedal.

• **Etapa de “Zonificación Ambiental”:** Con los resultados obtenidos en las fases previas, se identifican y establecen las siguientes unidades de manejo para el humedal:

- ✓ *Áreas de preservación y protección ambiental.* Corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.
- ✓ *Áreas de recuperación ambiental.* Corresponden a espacios que han sido sometidos por el ser humano a procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización, o que por procesos naturales presentan fenómenos de erosión, sedimentación, inestabilidad, contaminación, entre otros.
- ✓ *Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos.* Se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. En el manejo ambiental de estas áreas se debe asegurar el desarrollo sustentable, para lo cual se requieren acciones dirigidas a prevenir, controlar, amortiguar, reparar o compensar los impactos ambientales desfavorables.

Como resultado de la zonificación se definen, por último, los usos y restricciones particulares para cada zona, así:

- A. *Uso principal.* Uso deseable cuyo aprovechamiento corresponde a la función específica del área y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista ecológico, económico y social.
- B. *Usos compatibles.* Son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y demás recursos naturales conexos.
- C. *Usos condicionados.* Aquellos que, por presentar algún grado de incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales previsibles y controlables para la protección de los recursos naturales del humedal, están supeditados a permisos y/o autorizaciones previas y a condicionamientos específicos de manejo.
- D. *Usos prohibidos.* Aquellos incompatibles con el uso principal del área en particular y con los propósitos de conservación y/o manejo. Entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población.

8.1.2. Aspectos metodológicos. La zonificación del humedal Toqui-Toqui se realizó a partir del análisis integrado de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del humedal. Estos análisis incluyen los aportes de la comunidad y entidades municipales que participaron en los talleres realizados durante este proyecto.

En el proceso de zonificación se tuvieron en cuenta los lineamientos generales de los documentos: La Convención Ramsar Resolución VIII-14, 2002 “Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales”; La Guía Técnica para formulación de Planes de Manejo para los Humedales de Colombia Resolución 0196 de 2006 del MAVDT.

8.1.2.1. Etapas de la zonificación

- **Análisis de información cartográfica e imágenes satelitales.** Esta etapa consistió en la recopilación de información secundaria y en la conformación de una base de datos con la cartografía obtenida a partir de estudios anteriores. Dentro de este proceso se tomó la cartografía base generada a partir del estudio de Coberturas y Uso del Suelo del departamento del Tolima realizado en el 2007, adaptado a la metodología de coberturas actual Corine Land Cover; y el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Piedras, municipio dentro del cual se encuentra ubicado el Humedal.

La base de datos se conformó a partir de los mapas temáticos que se nombran a continuación:

- ✓ Mapa de Geología del departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014).
- ✓ Mapa de Hidrología del departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014).
- ✓ Mapa de Geomorfología EOT Municipio de Piedras (Alcaldía del Municipio de Piedras, 2002).
- ✓ Mapa de Conflictos EOT Municipio de Piedras (Alcaldía del Municipio de Piedras, 2002).
- ✓ Mapa de Coberturas y Uso del Suelo del departamento del Tolima (CORTOLIMA, 2014).

El estudio se realizó a partir del estudio de coberturas vegetales presentes en la zona (2014) (Tabla 8-1; Figura 8-3), el cual, fue revisado y adaptado mediante cartografía base y visitas de campo.

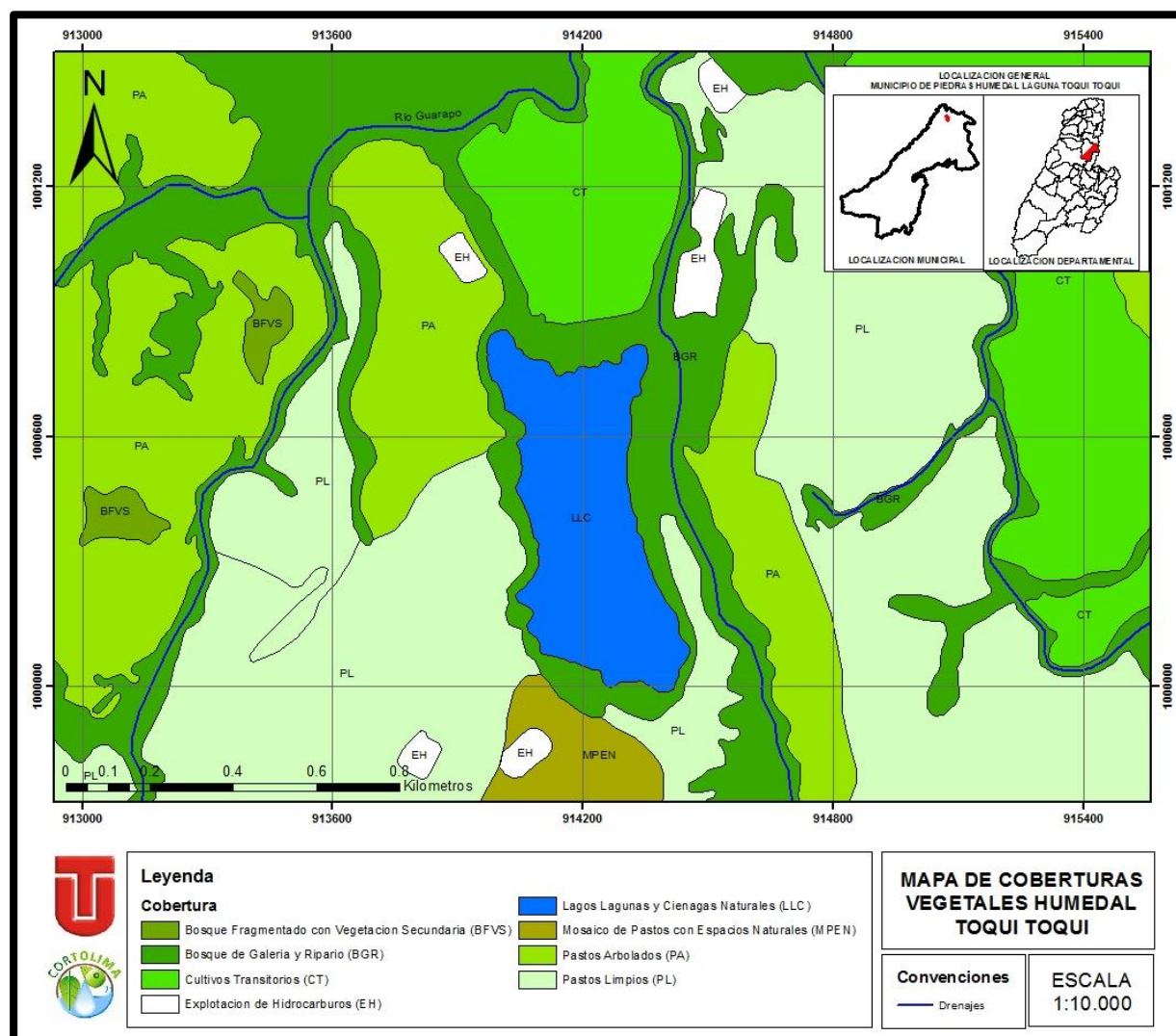
Tabla 8-1. Tabla de áreas de coberturas vegetales presentes en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima

Tipo de Cobertura	Código Corine Land Cover	Símbolo	Área (Ha)
Bosque Fragmentado Con Vegetación Secundaria	3.1.3.2	BFVS	3.83
Bosque de Galería y Ripario	3.1.4	BGR	101.26
Cultivos Transitorios	2.1.2.1	CT	75.76
Explotación de Hidrocarburos	1.3.1.2	EH	5.73
Lagos, Lagunas y Ciénagas	5.1.2	LLC	23

Tipo de Cobertura	Código Corine Land Cover	Símbolo	Área (Ha)
Mosaico de Pastos con Espacios Naturales	2.4.4	MPEN	7.6
Pastos Arbolados	2.3.2	PA	108.13
Pastos Limpios	2.3.1	PL	159.83
Total			485.2

Fuente: GIZ (2016)

Figura 8-3. Mapa de Coberturas Vegetales humedal Toqui-Toqui.



Fuente: GIZ (2016)

- **Verificación en campo.** La verificación en campo se realizó mediante un recorrido perimetral del humedal y captura de información en las zonas de especial importancia mediante un receptor GPS (sistema de posicionamiento global) Garmin 60csx con un error de exactitud de ± 3 metros horizontales.

Con la información tomada en campo, se generó el polígono de delimitación del humedal Toqui-Toqui en origen Magna-Sirgas en formato Shapefile. Posteriormente, mediante el polígono y la cartografía base fue posible generar los mapas temáticos para la toma de decisiones correspondientes al humedal.

A continuación se describen los servicios principales actuales y potenciales que presenta el humedal Laguna Toqui-Toqui (Tabla 8-2). Estos bienes y servicios se entienden como los beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema (Márquez, 2003) y para el caso del humedal Laguna del Meridiano se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAVH (2014).

Tabla 8-2. Bienes y servicios actuales y potenciales ofrecidos por el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Servicios Ambientales	Actual	Potencial
Provision	A. Provisión de alimento mediante pesca artesanal. B. Provisión de agua para abastecimiento animal. C. Habitat de Flora y Fauna	A. Provisión de agua para consumo humano.
Regulación	A. Mejoramiento en calidad de agua. B. Recarga de acuíferos. C. Regulación de microclima. D. Reducción de la erosión. E. Reservorio de diversidad genética. F. Captura de carbono.	
Culturales	A. Valor Paisajístico	a. Avistamiento de Aves

Fuente: GIZ (2016, 2022)

- **Criterios de la zonificación ambiental.**

✓ *Oferta ambiental.* El humedal Toqui-Toqui en las condiciones actuales ofrece diversos servicios ambientales que satisfacen las necesidades de la

comunidad, a continuación se describen los servicios principales que se presenta actualmente, así como los potenciales (Tabla 8-2).

Estos bienes y servicios se entienden como los beneficios directos o indirectos que las poblaciones humanas derivan de los atributos estructurales y funcionales del ecosistema (Márquez, 2003) y para el caso del humedal Toqui-Toqui se clasifican de acuerdo a la categorización establecida por la resolución 196 del 2006 y la cartilla de humedales publicada por el IAVH (2014).

✓ *Demanda.* El humedal Toqui-Toqui es utilizado como fuente de agua para abastecer del recurso hídrico a las actividades de ganadería extensiva que se llevan a cabo en los predios aledaños, así como la pesca artesanal esporádica realizada por los habitantes de la comunidad.

✓ *Conflictos.* Basándose en el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Piedras (Alcaldía Municipal de Piedras, 2002), las áreas circundantes al humedal presentan conflictos de Baja y Media Sobreexplotación; a pesar de esto, a partir de visitas de campo y análisis de imágenes satelitales se evidencia una degradación severa en la estructura ecológica del humedal llegando a presentarse la pérdida total de la lámina de agua en épocas de verano.

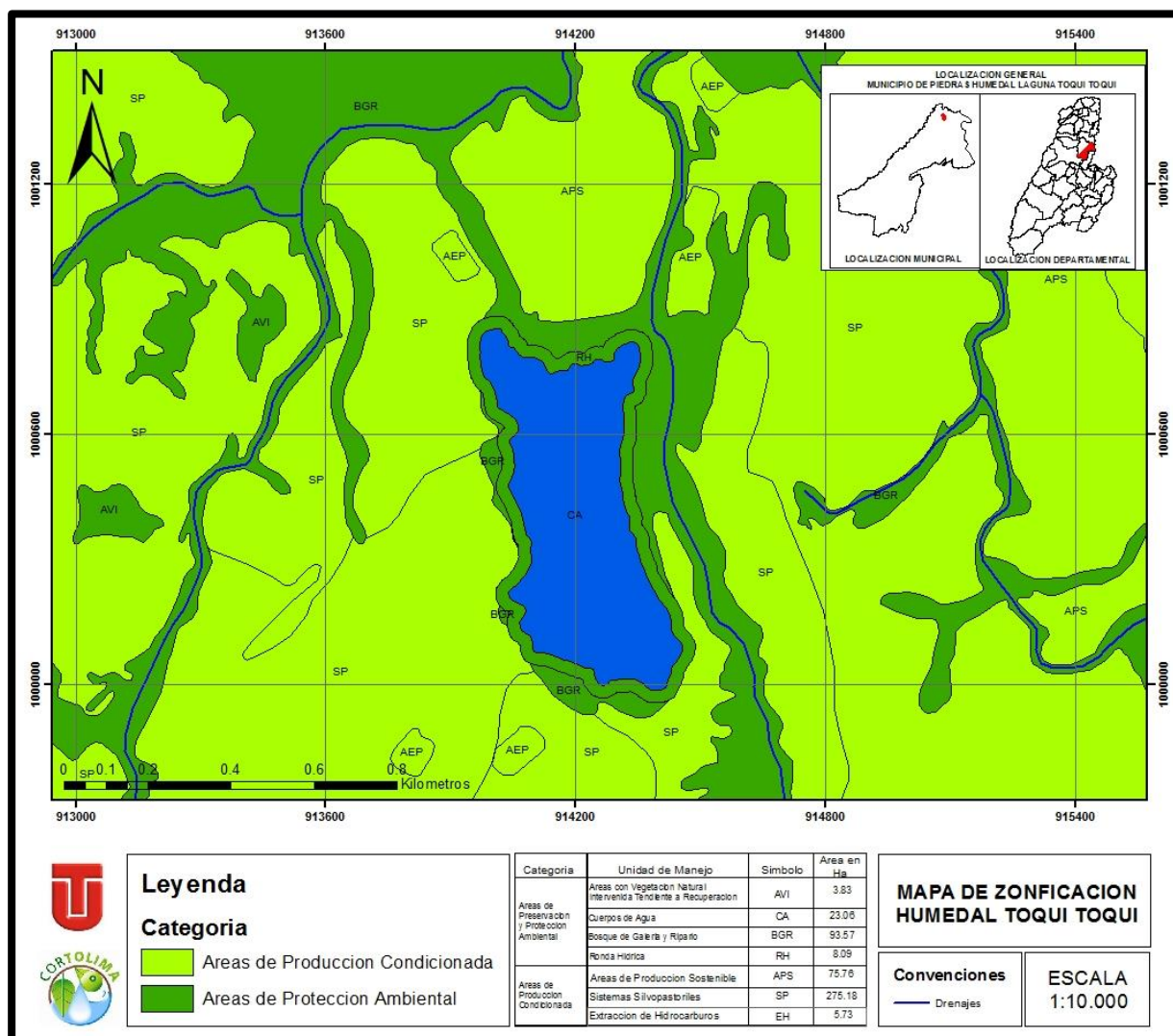
Cabe resaltar que como lo afirma la Resolución Ramsar XI. 10 del 2012 las actividades del sector de la energía en todas las fases de la cadena de suministro de energía, pueden tener impactos negativos en las características ecológicas de los humedales en cuanto a cambios en la cantidad de agua disponible para los humedales, debido al consumo de aguas superficiales o subterráneas o a las alteraciones de los regímenes de los flujos o el drenaje naturales; entre otros impactos negativos nombrados en la resolución, que podrían o no afectar las características naturales del humedal Toqui-Toqui.

8.2. RESULTADOS ZONIFICACIÓN

De acuerdo a la metodología propuesta por el documento de Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales (IAVH, 2014), se realizó la delimitación del humedal, tomándose como límite de este el área inundable y aquellas zonas donde se encuentre vegetación asociada al humedal, a su vez se toma en cuenta los históricos del nivel de agua en diferentes épocas del año; y se delimita la franja de protección a la que aluden los artículos 83 literal d), y 14 del Decreto 1541 de 1978, la cual se constituye en una franja de hasta 30 metros de ancho que involucra áreas inundables y las áreas necesarias para la amortiguación, protección y equilibrio del humedal.

Se definieron dos Áreas de manejo, correspondientes a áreas de preservación y protección ambiental y áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos. Los cuerpos de agua ubicados dentro del límite del humedal, el río Guarapo y demás drenajes cercanos al humedal, los bosques de galería y riparios, las áreas con vegetación natural Intervenido y tendientes a recuperación que corresponden las coberturas de bosque fragmentado con vegetación secundaria, y la ronda hídrica de 30 metros a partir del límite de inundación del humedal Toqui-Toqui; corresponden al área de preservación y protección ambiental. Dentro de las áreas de producción sostenible se dividen tres unidades de manejo que corresponden sistemas silvopastoriles, cultivos y áreas de extracción de hidrocarburos. La descripción de estas unidades de manejo se pueden observar en la Tabla 8-3, Figura 8-4.

Figura 8-4. Mapa de Zonificación Ambiental del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.



Fuente: GIZ (2016)

Tabla 8-3. Tabla de categorías y unidades de manejo del humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

Categoría	Unidad de Manejo	Símbolo	Área en Ha
Zonas de Preservación y Protección Ambiental	Áreas con Vegetación Natural Intervenida Tendientes a Recuperación	AVI	3.83
	Cuerpos de Agua	CA	23.06
	Bosque de Galería y Ripario	BGR	93.57
	Ronda Hídrica	RH	8.09
Áreas de Producción Sostenible bajo Condicionamientos Ambientales Específicos	Áreas de Producción Sostenible	APS	75.76
	Sistemas Silvopastoriles	SP	275.18
	Áreas de Extracción de Hidrocarburos	AEP	5.73
Total			485.2

Fuente: GIZ (2016)

8.2.1. Áreas de preservación y protección ambiental. Estas zonas corresponden a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y poseen características de importancia ecológica, son fundamentales para el mantenimiento de las condiciones ecológicas del humedal y de la cual hacen parte las siguientes áreas y unidades de manejo.

8.2.2 Áreas de protección y regulación del recurso hídrico.

8.2.1.1. *Cuerpos de agua.* Corresponde básicamente a la zona del humedal que se encuentra temporal o permanentemente inundada y donde se desarrolla una vegetación típica de ambientes acuáticos y que ocupa un área delimitada de 23.06 hectáreas (33.44 hectáreas a 2022).

8.2.1.2. *Bosque ripario.* Se refiere al área boscosa que se encuentra localizada al borde de quebradas, cuya función en el ecosistema es la de preservar el recurso hídrico y conformar corredores ecológicos fundamentales para el paso de especies de flora y fauna. Esta cobertura ocupa un área total de 93.57 hectáreas.

8.2.1.3. *Áreas con vegetación natural intervenida tendiente a recuperación.* Corresponde a las áreas que aún conservan vegetación arbustiva con un dosel irregular, o que ya presentan estados iniciales de sucesión vegetal luego de haberse presentado procesos de deforestación de bosque o aforestación de pastizales ocupa un área de 3.83 hectáreas.

8.2.1.4. *Ronda hídrica.* Definida como una franja arbolada de 30 metros a partir del límite inundable para el Humedal Toqui-Toqui y sigue ocupando a 2022 un área de 8.09 hectáreas.

Uso principal

- Conservación de la estructura ecológica.
- Conservación de la diversidad biológica.
- Conservación de las fuentes hídricas.

Usos compatibles

- Investigación biológica.
- Educación ambiental.
- Turismo ecológico.
- Preservación de la identidad cultural y mitológica.
- Turismo contemplativo.

Usos Condicionados

Recreación

Usos prohibidos

- Construcciones permanentes.
- Pesca artesanal.
- Captación del recurso hídrico para ganadería.
- Captación del recurso hídrico para cultivos.
- Extracción de madera o actividades mineras.
- Cacería de fauna.

- Pesca con explosivos o agentes químicos.
- Actividades de pastoreo extensivo.
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola.
- Quemadas.
- Disposición de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.
- Ocupación de la ronda hídrica por semovientes , cultivos y/o líneas de flujo de hidrocarburos

8.3.2. Áreas de Producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos. Se refieren a espacios del humedal que pueden ser destinados al desarrollo de actividades productivas y económicamente sustentables. Estas áreas deben ser sometidas a reglamentaciones encaminadas a prevenir y controlar los impactos ambientales generados por su explotación o uso. Se componen de las siguientes unidades de manejo.

8.3.2.1. *Sistemas silvopastoriles.* Son áreas productivas que debido a las condiciones medioambientales se prestan para la ganadería sostenible y sustentable; que mediante asociaciones de árboles, arbustos y herbáceas componen un dosel irregular en el que la erosión y la compactación del suelo se minimizan. Ocupa un área de 139 hectáreas.

8.3.2.2. *Áreas de producción sostenible.* Son aquellas áreas en las que se hacen viables los proyectos productivos ecológicos, mediante cultivos amigables con el medio ambiente. Ocupa un área 75.7 hectáreas.

8.3.2.3. *Áreas de extracción de hidrocarburos.* Son aquellas áreas en las que se realizan actividades de extracción de hidrocarburos como el petróleo. Esta actividad debe ser regulada y revisada constantemente para evitar que pueda ocasionar daños ambientales a la estructura del humedal. Estas áreas comprenden las 5.7 hectáreas de los pozos que actualmente circundan el humedal Toqui-Toqui.

Uso Principal:

- Sistemas silvopastoriles.
- Sistemas agroforestales.

Usos compatibles:

- Sistemas agrícolas permanentes.
- Reforestación con especies protectoras.
- Sistemas forestales Protector-Productor.
- Ecoturismo y agroturismo.

Usos condicionados:

- Utilización de abonos para cultivos y labores de mecanización del terreno.
- Tránsito de maquinaria para producción agrícola.
- Pastoreo extensivo.
- Extracción de hidrocarburos.

Usos Prohibidos:

- Remoción total de la vegetación para implementar áreas exclusivas de pastoreo.
- Extracción de madera o actividades mineras.
- Cacería de fauna.
- Quemadas.
- Disposición de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

8.3. AJUSTES EN LA ZONIFICACIÓN

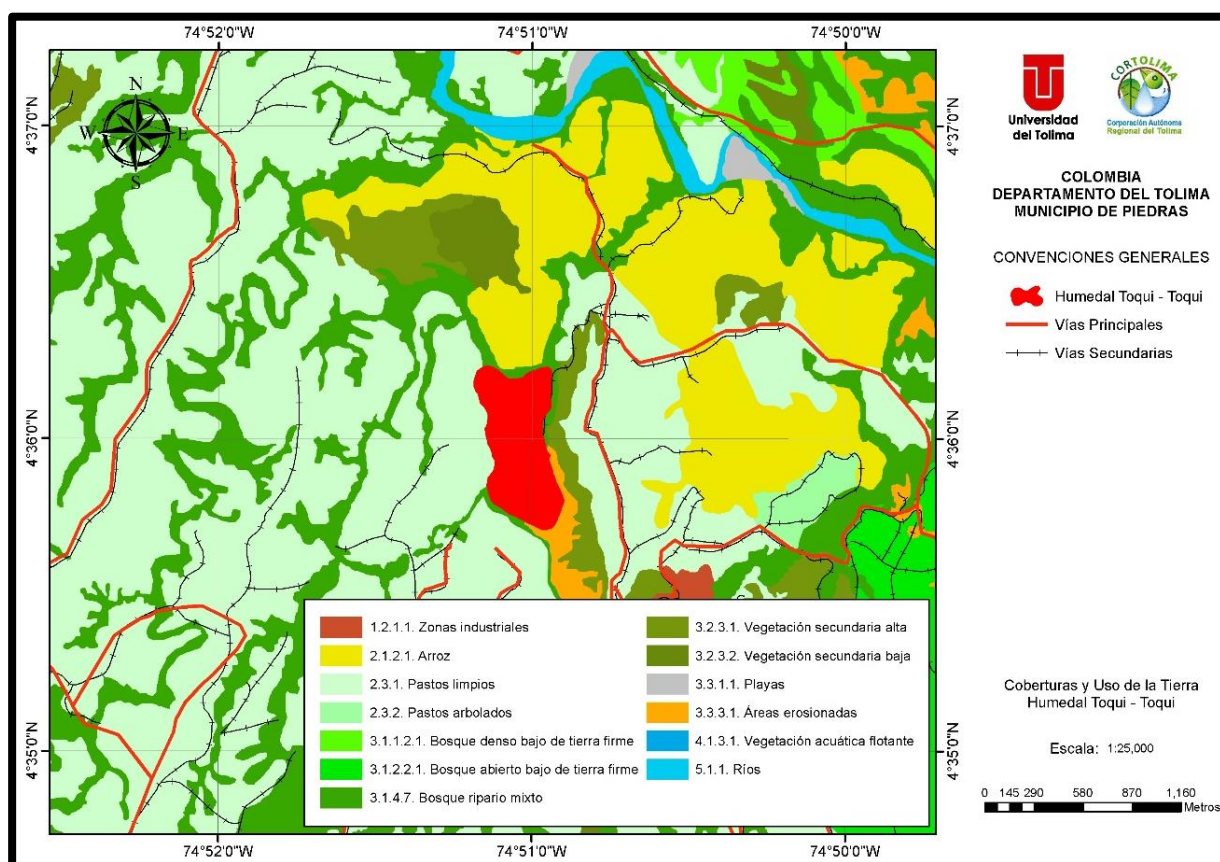
Al año 2022, con el análisis topobatiométrico realizado en el humedal Toqui-Toqui, se encontraron las siguientes coberturas principales dentro del área de estudio (Figura 8-5):

- **Pastos limpios:** Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada por gramíneas (Poaceae), dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años y se caracteriza principalmente por restringir el desarrollo de otro tipo de vegetación debido a prácticas constantes de manejo.
- **Bosque ripario mixto:** Cobertura constituida por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales, estando limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua.

- **Cultivos anuales o transitorios- Arroz:** Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo dura menos de un año; tienen como característica primordial, que después de su cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo.

En el caso del humedal Toqui-Toqui, la cobertura predominantemente está ocupada por los cultivos de arroz (*Oryza sativa* y *O. montana*), planta de la familia Poaceae, la cual se siembra en superficies planas o levemente inclinadas, en altitudes entre los 0 y 1500 metros sobre el nivel del mar.

Figura 8-5. Coberturas y usos de la tierra presentes en el humedal Toqui-Toqui, Piedras- Tolima.



Fuente: GIZ (2022)

- **Áreas erosionadas:** Corresponde a las superficies desprovistas de vegetación o con escasa vegetación, debido a la ocurrencia de procesos naturales o antrópicos de erosión y degradación extrema. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación, o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas.

- **Vegetación secundaria alta:** Áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja. Según el tiempo transcurrido se podrán encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias.

CAPÍTULO 9.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se abordan los temas concernientes a la planificación de las actividades derivadas de la caracterización del humedal Toqui-Toqui en el valle cálido del Magdalena en el departamento del Tolima, en el marco de lo institucional, legal, económico, ambiental, social y de política pública, para los ecosistemas estratégicos.

Por tanto, el presente Plan de Manejo Ambiental del Humedal, tiene como propósito rehabilitar algunas de las funciones que presta estos ecosistemas a través de la conservación de los valores que cumple ambientalmente y beneficiar las especies de flora y fauna que aún se mantienen, con el establecimiento de programas viables a corto, mediano y largo plazo que promuevan una conciliación del hombre con la naturaleza y coordinar acciones, mediante mecanismos de participación con la comunidad local, institucional e industrial.

Los ecosistemas de humedal desempeñan un papel fundamental dentro del funcionamiento de una cuenca, dependiendo para ello del comportamiento del ciclo hidrológico; contribuyen a la vez a la regulación de la misma, y ofrecen una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones para el ser humano, la flora y fauna silvestre, así como, para el mantenimiento de sistemas y procesos naturales (MMA, 2002).

El presente Plan de Manejo, integra las variables socioculturales, de tradición del uso del suelo, de la fauna y flora endémica presente aún en el ecosistema y aspectos físicos, con la finalidad de planificar el desarrollo sostenible en el humedal, abriendo canales de participación activa que permita adelantar acciones de intervención para rehabilitación de hábitat en este humedal, bajo los lineamientos dados en el marco de la normatividad nacional sobre el manejo de los humedales en la Resolución 157 de 2004, Resolución 196 de 2006 y Resolución 1128 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

La propuesta se hace en torno al humedal Toqui-Toqui, a partir de la condición y la gran importancia que dicho ecosistemas reviste para la conservación de la biodiversidad, y la prestación de bienes y servicios ambientales; teniendo en cuenta esto se plasman diferentes actividades relacionadas con la investigación, gestión y divulgación, cuyo propósito fundamental consiste en diseñar estrategias para la restauración y conservación ecológica del humedal, visualizando un plan realizable desde el punto de vista operativo y financiero.

9.2. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA), se llevó a cabo acorde con las características particulares de cada área, se identificaron los humedales que por su unidad en sí y sus características físicas son los de mayor relevancia sobre el valle cálido de Magdalena en el departamento del Tolima, a partir de los sondeos iniciales a la zona se recopiló información que sirvió para identificar los vacíos de información y así orientar los trabajos técnicos.

La información recopilada además de aportar elementos de análisis justifica la implementación de acciones que confluyeran en la elaboración de un plan de manejo para preservar o usar de manera sostenible los recursos existentes y mejorar la calidad de vida de los implicados directos sobre los humedales; considerando la integralidad y relación existente entre los diferentes ecosistemas asociados al ciclo hidrológico y las dinámicas del desarrollo socioeconómico regionales.

La metodología utilizada en este documento se sustentó en analizar los resultados de la línea base, la caracterización del humedal Toqui-Toqui, la proyección de la perspectiva y la zonificación, para así, terminar con la formulación del plan de manejo ambiental, con un componente básico de participación en el cual se concertaron programas y posibles perfiles de proyecto que puedan enfocar los esfuerzos institucionales y comunitarios llevándolos a la ejecución.

Las fases sustentadas en lo anterior, tuvieron como principio fundamental:

- **Participación:** de los actores y dueños de las áreas sobre las cuales se identificaron los humedales, en la planificación y ejecución de cualquier esfuerzo para alcanzar el uso racional de los mismos y para que cualquier proceso a implementarse fuese conocido por los diferentes actores haciéndoles partícipes en la información técnica presentada y discutida con la comunidad, ya que, parte de la implementación y administración debe ser responsabilidad de las comunidades y las instituciones.
- **Información técnica como soporte de la equivalencia entre los actores:** la equivalencia de los datos suministrados a través de la participación de los actores, y en la cual el equipo técnico de acuerdo a la investigación realizada y percibida bajo observación directa sobre el área de influencia del humedal Toqui-Toqui, permita direccionar la formulación del plan de manejo ambiental.

Para efectos del desarrollo de las acciones propuestas por el plan de acuerdo a su nivel jerárquico y la dependencia e inclusión de unas con otras, se estableció en primera instancia el diseño de la Visión, a partir de esta, la Misión y como aspecto complementario de estos parámetros iniciales de planeación, se trazaron los objetivos; la segunda etapa en la formulación del plan estableció las estrategias, dentro de estas la definición de los programas y por último, a su vez dentro de estos programas, el diseño de los perfiles de proyectos que detalla el conjunto de actividades.

El primer proceso aplicado fue consultar la información y documentación temática disponible, tomada en términos legales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en términos técnicos, de los EOTs Municipales, los Planes de Ordenación Ambiental de Cuencas-POMCAS, Planes de desarrollo municipales, Estudio de zonas secas en el departamento y Plan de Acción departamental del Tolima 2020-2023.

De acuerdo a la información consultada a través de los diferentes documentos, junto a la percepción de las comunidades y las instituciones con injerencia sobre las zonas de los humedales, se constituye una serie de programas que a su vez contienen los perfiles de proyectos formulados en una visión conjunta, suscitada desde la óptica comunitaria e institucional, que se acoge en el marco del cumplimiento de objetivos propios del plan de manejo.

9.3. VISIÓN

Los humedales naturales del valle cálido del departamento del Tolima, se constituyen en los próximos 15 años en ecosistemas estratégicos a nivel departamental, los cuales muestran condiciones ecológicas aceptables que permiten el mantenimiento de la biodiversidad y la generación de bienes y servicios ambientales a la comunidad.

Para el presente plan, considerando lo expuesto en el marco conceptual, la visión es: **"Para el 2027 se espera tener restaurado ecológicamente el 25% del humedal Toqui-Toqui, disminuyendo las amenazas que ponen en riesgo el recurso hídrico, fauna y flora, fomentando al mismo tiempo el compromiso conservación por parte de la comunidad e instituciones que se encuentran directamente relacionada con el humedal."**

9.4. MISIÓN

Planteamiento, administración y ejecución de proyectos ambientales y sociales participativos, que tengan un aporte significativo en la mitigación y corrección de los procesos de degradación de los humedales naturales, mediante estrategias que permitan recuperar las condiciones naturales de estos ecosistemas, lo cual involucra realizar recomendaciones sobre el uso de los suelos, generar conciencia sobre la importancia de estos cuerpos de agua y realizar acciones directas para corregir los ecosistemas más afectados y mantener las condiciones de las zonas que aún conservan un importante potencial para la generación de bienes y servicios ambientales.

“Desarrollar una amplia gestión institucional con participación pública, privada y comunitaria que propenda por la conservación, recuperación y el uso sostenible de los recursos hídricos, flora, fauna y biodiversidad, con fundamento en la administración eficiente y eficaz, de los recursos naturales en el humedales naturales en el valle cálido del Magdalena del departamento del Tolima”.

9.5. OBJETIVOS

9.5.1. Objetivo general del Plan de Manejo.

Preservar las condiciones naturales del humedal Toqui-Toqui que permitan el mantenimiento de la biodiversidad y la capacidad de regulación hídrica-

9.5.2 Objetivos específicos

- Conservar las áreas de especial significancia ambiental con el fin de garantizar la provisión del recurso hídrico y mantenimiento de la biodiversidad.
- Mejorar las prácticas agrícolas y ganaderas con el fin de disminuir el uso potencial de insumos agrícolas y pastoreo que puedan afectar al humedal.
- Conservar las zonas que aún no han sido afectadas por procesos de origen antrópico.

9.6. TIEMPOS DE EJECUCIÓN

Corto plazo: 1 a 3 años.

Mediano plazo: 3 a 6 años.

Largo plazo: 6 a 10 años.

9.7. ESTRATEGIAS

Las estrategias del Plan de Acción están direccionadas en cinco líneas, acordes con la Política Nacional de Humedales, las cuales se desarrollan en programas y proyectos específicos a cada uno de ellos.

I. Manejo y uso sostenible

Para Ramsar “El uso racional de los humedales consiste en su uso sostenible para beneficio de la humanidad de manera compatible con el mantenimiento de las propiedades naturales del ecosistema”. Se define uso sostenible como “el uso de un humedal por los seres humanos de modo tal que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras”.

Esta estrategia está orientada a garantizar un aprovechamiento del ecosistema sin afectar sus propiedades ecológicas a largo plazo. De acuerdo a lo establecido en la Convención de Ramsar, el concepto de “Uso Racional” debe tenerse en cuenta en la planificación general que afecte los humedales. El enfoque de la presente estrategia tiene como principio la intervención para la recuperación y conservación de la diversidad biológica, promoviendo el uso público de valores, atributos y funciones que incluyen no sólo la riqueza biológica del humedal sino los procesos de ordenamiento territorial y ambiental.

II. Conservación y recuperación

Para Ramsar, “el mantenimiento y la conservación de los humedales existentes siempre es preferible y menos dispendiosa que su restauración ulterior” y que “los planes de restauración no deben debilitar los esfuerzos para conservar los sistemas naturales existentes”. Los datos cuantitativos y las evaluaciones subjetivas ponen en evidencia que las técnicas de restauración hoy disponibles no redundan casi nunca en condiciones equivalentes a las de los ecosistemas naturales vírgenes. La conclusión de esto es que se ha de evitar el canje de hábitat o ecosistemas de alta calidad por promesas de restauración, excepto cuando intervengan intereses nacionales imperiosos. Con todo, la restauración de sitios determinados puede contribuir a la gestión en curso de los humedales de elevada calidad existentes, por ejemplo, mejorando el estado general de la cuenca de captación, y mejorar la gestión respecto de la asignación de recursos hídricos.

La Convención de Ramsar no ha intentado proporcionar definiciones precisas de estos términos. Aunque cabría decir que “restauración” implica un regreso a una situación anterior a la perturbación y que “rehabilitación” entraña un mejoramiento de las funciones del humedal sin regresar necesariamente a la situación anterior a la perturbación, estas palabras se consideran a menudo intercambiables tanto en la documentación de Ramsar como en la documentación relativa a la conservación. Estos *Principios y lineamientos para la restauración de los humedales* utilizan el término “restauración” en su sentido amplio, que incluye tanto los proyectos que promueven un regreso a la situación original como los proyectos que mejoran las funciones de los humedales sin promover necesariamente un regreso a la situación anterior a la perturbación.

La presente estrategia está orientada al conocimiento y manejo de la alteración del sistema acuático, conversión en los tipos de suelo y al uso actual del suelo de protección, las malas prácticas y los patrones de drenaje al humedal que reducen seriamente los beneficios ambientales y económicos del humedal Toqui-Toqui. La estrategia está pensada para que los dos ejes recuperación y conservación sirvan como acciones de acuerdo a las fases de priorización de intervención y coordinadas alrededor de la reparación de los procesos de degradación ocurridos en el ecosistema, al igual que la prevención de futuras pérdidas ya sea de los valores, atributos y/o funciones del humedal.

III. Comunicación, formación y concienciación

Según Ramsar, la **comunicación** es el intercambio en dos sentidos de información que promueve y da lugar a un entendimiento mutuo. Es posible valerse de ella para conseguir que los ‘actores’/interesados directos participen y es un medio de conseguir la cooperación de grupos de la sociedad escuchándolos primero y luego explicándoles por qué y cómo se toman las decisiones. Cuando se aplica un enfoque instrumental, se recurre a la comunicación con otros instrumentos para respaldar la conservación de los humedales a fin de encarar las restricciones económicas y motivar acciones.

La **educación** es un proceso que puede informar, motivar y habilitar a la gente para respaldar la conservación de los humedales, no sólo introduciendo cambios en sus estilos de vida, sino también promoviendo cambios en la conducta de las personas, las instituciones y los gobiernos.

La **concientización** hace que las personas y los grupos más importantes con capacidad de influir en los resultados tengan presentes las cuestiones relacionadas con los humedales. La concienciación es una labor de promoción y planificación de una agenda, permitiendo ayudar a la gente

a percibir cuestionamiento/temáticas de importancia, metas trazadas y lineamientos para lograr los objetivos establecidos.

Esta estrategia tiene como principio fundamental el conocimiento del humedal, mediante la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión local y regional, incorporándose el componente investigativo de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal Toqui-Toqui.

IV. Investigación, seguimiento y monitoreo

La Investigación tiene como principio fundamental el conocimiento del humedal, mediante la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión local y regional, incorporándose el componente investigativo de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor del humedal Toqui-Toqui. El conocimiento permanente del tiempo de las personas que viven cercanas y aledañas al humedal generará a futuro mecanismos de apropiación y conservación por el ecosistema a nivel local.

La existencia de un programa de monitoreo y reconocimiento eficaz es un requisito previo para determinar si un humedal ha sufrido o no un cambio en sus características ecológicas. Dicho programa es un componente integral de cualquier plan de manejo de los humedales y debería permitir que, al evaluar la amplitud y lo significativo del cambio, se tengan plenamente en consideración los valores y beneficios de los humedales.

El monitoreo debería establecer la amplitud de la variación natural de los parámetros ecológicos dentro de un tiempo determinado. El cambio en las características ecológicas se produce cuando estos parámetros se sitúan fuera de sus valores normales. Así pues, se necesita, además de la labor de monitoreo, una evaluación de la amplitud y lo significativo del cambio teniendo en cuenta la necesidad de que cada humedal tenga una situación de conservación favorable.

V. Evaluación del riesgo en humedales

La Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) ha elaborado este marco conceptual para evaluar el riesgo en humedales a fin de ayudar a las partes contratantes a predecir y evaluar el cambio en las características ecológicas de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. Este Marco aporta orientaciones acerca de cómo predecir y evaluar cambios en las características ecológicas de los humedales y en particular destaca la utilidad de los sistemas de alerta temprana.

Para la ejecución de los proyectos se estableció un horizonte de tiempo de diez años en los que las acciones a realizar durante los primeros tres años se definen de corto plazo; entre el cuarto y sexto año de mediano plazo, y entre el séptimo y décimo año de largo plazo.

9.7.1. Programa de recuperación de ecosistemas y hábitat. El humedal Toqui-Toqui, ha sido altamente intervenido, donde la disminución de su hábitat como ecosistema de humedal es significativo en su oferta de servicios ambientales tanto en calidad como en cantidad, y las modificaciones de las cadenas tróficas en distintos niveles.

La desaparición paulatina del espejo de agua, la pérdida de la cobertura vegetal natural del humedal que antes se presentaba en el cuerpo de agua, la introducción de ganado para pastoreo, la explotación petrolífera alrededor de la área de influencia y el cambio climático, son las principales causas que ha hecho que se presente la disminución paulatina del espejo de agua, la pérdida de la cobertura vegetal natural del humedal que antes se presentaba en el cuerpo de agua, que ha determinado la pérdida de su capacidad de resiliencia y exige una intervención activa del ser humano para encontrar el punto de retorno a una dinámica de auto regeneración.

9.7.2. Programa de investigación, educación y concientización. Este programa tiene como fundamento, el conocimiento del humedal, con la integración de distintas disciplinas, actores y procesos en cumplimiento de las necesidades expresadas en la gestión regional y local, aportando de esta manera a la comprensión de los procesos biofísicos y socioculturales que se desarrollan alrededor de este humedal, sirviendo como soporte cultural. Así mismo, estas investigaciones permitirán conocer las posibilidades que el ecosistema ofrece para la toma de decisiones frente a la conservación y la sostenibilidad tanto del ecosistema como a nivel social en su área de influencia directa.

9.7.3. Programa manejo sostenible. El programa se fundamenta en la conservación y recuperación de la diversidad biológica del humedal, promoviendo el uso público de valores, atributos y funciones que involucran no sólo la riqueza biológica del humedal sino los procesos de ordenamiento territorial y ambiental y los procesos que se adelanten en las líneas de restauración del ecosistema especialmente en su zona de ronda.

El uso racional de los recursos naturales permite el aprovechamiento de las condiciones que ofrece un ecosistema, garantizando la disponibilidad en cantidad y calidad de la base productiva de una región.

9.8. PROGRAMAS Y PROYECTOS

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.

Conservación y recuperación.

Proyecto 1.1. Recuperación de la ronda hídrica.

Justificación

La ocupación de zonas inundables para el establecimiento de viviendas, el desarrollo de la agricultura, la tala o el pastoreo, así como la construcción de obras civiles sin planificación, entre las que se incluyen líneas de flujo petrolíferas y canalizaciones, han perturbado los ciclos hidrológicos naturales y aumentando los riesgos de contaminación, por consiguiente, la degradación de los humedales y ocasionando la pérdida de biodiversidad.

La protección y restauración de los humedales es una estrategia importante para la subzona hidrográfica, no sólo porque los humedales prestan servicios que pueden facilitar el manejo del agua, sino también porque son ecosistemas críticos que requieren protección y restauración.

La restauración de los humedales degradados es una de las opciones más importantes para invertir la tendencia a la baja de la biodiversidad en las subzonas hidrográficas.

El proyecto busca establecer zonas de recuperación y protección para el humedal y para sus tributarios principales; dicha zona de protección se establece según normatividad y conveniencia de los interesados, a través de una cerca viva que delimita el área que será usada para conservación y amortiguación de las actividades económicas que puedan desarrollarse alrededor del humedal, señalando la ronda hídrica del humedal y de sus fuentes superficiales principales.

De esta manera se garantiza un control en el aporte de sedimentos al humedal, evitar y eliminar los riesgos por contaminación de líquidos industriales (crudo de petróleo) y así como la permanencia del recurso hídrico y de un hábitat adecuado para la conservación de la biodiversidad.

Objetivo general

Recuperar y mantener las funciones hidrológicas del humedal mediante la restauración de la ronda hídrica y su área de influencia.

Objetivos específicos

- Establecer cerca viva en la delimitación de la ronda hídrica del humedal Toqui-Toqui.
- Restaurar el área degradada de la ronda hídrica y área de influencia del Humedal Toqui-Toqui.

Metas

- Recuperar la ronda hídrica del humedal hábitats para el desarrollo de la biodiversidad.

Actividades

- Aislamiento de 2.7 km de la ronda hídrica del humedal.
- Restauración de 8.5 hectáreas de conectividad del área del humedal Toqui-Toqui
- Jornadas de mantenimiento áreas restauradas

Indicadores

- % de aislamiento de la ronda hídrica.
- % áreas reforestadas con especies nativas de flora.

Responsables

1. Alcaldía municipal.
2. Gobernación departamental.
3. CORTOLIMA.
4. Empresas Petroleras

Prioridad: Mediano plazo.

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación de la ronda hídrica.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.1.1 Aislamiento 2.7 kms de la ronda hídrica del humedal.	X	X								
1.1.2 Restauración de 8.5 hectáreas para conectividad en áreas del humedal Toqui-Toqui.		X	x							
1.1.3 Mantenimiento de Areas Restauradas			2	2	2					

Costos

PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.			
Proyecto 1.2. Recuperación de la ronda hídrica.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1.2.1 Aislamiento ronda hídrica del humedal. (Km)	2,7	\$ 27.437.649,00	\$ 74.081.652,00
1.2.2 Restauración conectividad en áreas del humedal Toqui-Toqui. (Ha)	8,5	\$ 7.446.456,00	\$ 63.294.876,00
1.2.3 Mantenimiento área restauradas (Jornadas)	6	\$ 12.658.975,20	\$ 75.953.851,20
Total	*****	*****	\$ 213.330.379,50

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN.

Comunicación, formación y concienciación

Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.

Justificación

La recuperación de la diversidad y el crecimiento de las poblaciones de fauna y flora dependen directamente de las políticas de manejo que se implementen. Por ello se hace necesario ampliar el conocimiento que se tiene sobre las especies silvestre a fin de establecer lineamientos de manejo de las mismas, toda vez que se está presentando una fuerte presión natural sobre algunas de ellas, la cual se ve agravada por las actividades antrópicas.

Además, la alta demanda nacional e internacional de estos recursos ha conllevado cada día a incrementar el número de especies objeto de uso,

es por eso que es necesario realizar estudios para conocerla, establecer planes de manejo y controlar los aprovechamientos que se hagan ilegalmente. Todos estos estudios deben ser incluidos en los planes de desarrollo de los municipios y los planes trienales de las corporaciones a fin de tener un norte frente al control y uso de los recursos. Lo cual permitirá la recuperación de las áreas degradadas y optimizará el uso de los recursos.

Objetivo general

Generar conocimiento sobre la fauna y flora silvestre del humedal que permita conocer su estado, estructura y composición, a fin de establecer programas de manejo para este recurso en particular.

Objetivos específicos

- Determinar la composición y estructura de las comunidades de fitoplancton, macrófitos y demás grupos de flora (plantas vasculares y no vasculares), así como de zooplancton, macroinvertebrados acuáticos, edafofauna, lepidópteros, peces, herpetos, aves y mamíferos que habitan en el área de interés.
- Identificar las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza presentes en el área de estudio.
- Realizar monitoreos de fauna silvestre en la zona con el fin de obtener información sobre tamaños poblacionales de las especies.

Metas

- Establecimiento de programas de conservación y aprovechamiento del recurso "fauna" y "flora" a partir del conocimiento generado.
- Inventario actualizado de flora y fauna asociada al humedal

Actividades

- Caracterización de la fauna y flora silvestre asociada al humedal y su área de influencia.
- Análisis físico-químico y bacteriológicos del cuerpo de agua
- **Indicadores**
- Inventario y censo consolidado de la fauna y flora silvestre.
- Listado de especies amenazadas o vulnerables que se encuentran establecidas o hacen uso transitorio del humedal y su área de influencia.

- Listado de especies de interés comercial y posibles programas de aprovechamiento sostenible para cada una de ellas.
- Indicador de Calidad del agua del humedal

Responsables

1. CORTOLIMA.
2. Comunidad.
3. Academia (Universidades y otras instituciones de investigación)

Prioridad: Corto Mediano Plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1.1 Caracterización Flora asociada al Humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Arbóreas)					X					
2.1.2- Caracterización fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)					X					
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua					X					

Costos

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.1.1 Caracterización Flora asociada al humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Herbáceas Arbóreas)	1	\$ 25.000.000,00	\$ 25.000.000,00
2.1.2- Caracterización Fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)	1	\$ 32.000.000,00	\$ 32.000.000,00
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	1	\$ 6.000.000,00	\$ 6.000.000,00
TOTAL	*****	*****	\$ 63.000.000,00

Proyecto 2.2. Programa de educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.**Justificación**

La exigencia de poner en marcha un programa de educación y sensibilización ambiental comunitaria se basa en el propósito de informar, formar y sensibilizar a la población de la necesidad de preservar el patrimonio ambiental, puesto que la responsabilidad no puede recaer única y exclusivamente en la administración, sino que será fruto de un proyecto de construcción colectiva.

En este marco se concibe la educación y sensibilización ambiental como una herramienta o instrumento para la gestión, coherente con los principios inspiradores de la mancomunidad. Siendo una acción complementaria y coherente con la gestión en propenda a la conservación del humedal.

La sensibilización combina integralmente acciones de transmisión directa y aprovechamiento, creando oportunidades para establecer un diálogo personal con la comunidad y los propietarios.

La educación ambiental formal y no formal ofrece un conjunto integrado de recursos materiales y humanos que puedan utilizarse para diseñar, adaptar, organizar y desarrollar sus propias actividades o programaciones de educación ambiental en torno al humedal.

Este proceso también involucra la comunidad estudiantil ya que desde las aulas de clase podría darle continuidad al proceso de sensibilización con el fin de que sus alumnos sean los multiplicadores y quienes lleven esta cultura ambiental para las generaciones futuras.

Objetivo general

Lograr comunidades organizadas y con capacidad de definir sus políticas y planes de desarrollo como respuesta a un modelo de gestión participativa y pedagógica para la conservación de los humedales de las zonas bajas del Tolima.

Objetivos específicos

- Fortalecer la organización comunitaria y la participación ciudadana.
- Contribuir a transformar hábitos culturales poco amigables con el medio ambiente y sus recursos naturales para valorar territorio como un bien comunitario e histórico.

- Implementar una educación y una formación pedagógica desde lo propio para valorar y utilizar los recursos eficiente y sosteniblemente.

Metas

- Establecer organizaciones comunitarias y grupos poblacionales involucrados e interactuando en el proceso de desarrollo sostenible DEL Humedal.
- Comunidades con conocimiento de su territorio en términos de extensión, linderos, áreas estratégicas, bienes, servicios y potencialidades.

Actividades

- Realización de talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.
- Señalización del humedal mediante la instalación de vallas informativas ambientales.

Indicadores

- Número de talleres realizados /No talleres programados
- Número de vallas instaladas.

Responsables

1. Alcaldía municipal.
2. CORTOLIMA.
3. Comunidad.
4. Gobernación del Tolima

Prioridad: Corto plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.2.1 Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.		2				2				2
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora		1				1				1
2.2.3 Material Didáctico de Humedales		200								
2.2.3 Señalización del Humedal		3								

Costos

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.2.1 Taller Educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	6	\$ 5.000.000,00	\$ 30.000.000,00
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	3	\$ 3.000.000,00	\$ 6.000.000,00
2.2.3 Material Didáctico de Humedales (Cartilla)	200	\$ 6.000,00	\$ 1.200.000,00
2.2.3 Señalización del Humedal (Vallas)	3	\$ 7.500.000,00	\$ 22.500.000,00
TOTAL	*****	*****	\$ 59.700.000,00

Proyecto 2.3. Evaluación ambiental del Humedal.

Justificación

El Humedal Toqui-Toqui en los últimos 12 años ha venido perdiendo la capacidad de almacenar agua y por consiguiente ha disminuido el área del espejo de agua en más del 50%, que se observado especialmente en las épocas de sequía, como lo indica el estudio batimétrico del año 2021

Teniendo en cuenta algunos los factores que pueden estar incidiendo en la pérdida de su capacidad de almacenamiento, posiblemente por el desarrollo de pozos petroleros desde el año 2010 en el área de influencia y por efectos de cambio climáticos es de mucha relevancia e importancia realizar estudios que determinen, en lo posible establecer la causa directa de la pérdida del espejo de agua y poder tomar acciones más concretas, para mejorar la capacidad de provisión y regulación del humedal Toqui-Toqui.

Además, el humedal Toqui-Toqui debido a la presencia de líneas de flujo de hidrocarburos provenientes d ellos pozos petrolíferos alrededor de su área de influencia, presentan un riesgo de posibles y/o futuros de derrames de crudo que pueden afectar la calidad físico-química y bacteriológica de las aguas del humedal. Es por ello, importante evaluar y determinar la acción de retiro de las líneas de flujo de hidrocarburos que actualmente pasan por la ronda hidria del humedal Toqui-Toqui.

Objetivo general

Realizar los estudios ambientales tendientes a establecer las causas de la perdida y capacidad de almacenamiento y riesgo de contaminación de las aguas del humedal Toqui-Toqui.

Objetivos específicos

- Realizar el estudio hidrogeológico del Humedal Toqui-Toqui
- Evaluar las alternativas de retiro de las líneas de flujo de hidrocarburos de la ronda hídrica del humedal Toqui-Toqui

Metas

- Estudio Hidrogeológico del área de influencia del Humedal Toqui-Toqui.
- Retiro de líneas de flujo del humedal Toqui-Toqui.

Actividades

- Realización de un estudio hidrogeológico del área de influencia del Humedal Toqui-Toqui
- Elaborar la alternativa de retiro de las líneas de flujo de la ronda hídrica del Humedal Toqui-Toqui

Indicadores

- Estudio

Responsables

1. Empresas Petroleras.
2. ANLA.
3. CORTOLIMA

Prioridad: Corto plazo.

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.3 . Evaluación ambiental del Humedal.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3.1 Estudio Hidrogeológico del Humedal Toqui-Toqui	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*

2.3.2 Estudio de retiro de líneas de flujo de hidrocarburos del Humedal Toqui-Toqui	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Costos

PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN			
Proyecto 2.3 . Evaluación ambiental del Humedal			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
2.3.1 Estudio Hidrogeológico del Humedal Toqui-Toqui	1	\$ 100.000.000,00	\$ 100.000.000,00
2.3.2 Estudio de retiro de líneas de flujo de hidrocarburos del Humedal Toqui-Toqui	1	\$ 20.000.000,00	\$ 20.000.000,00
Total	*****	*****	\$ 120.000.000,00

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.

Manejo y uso sostenible

Proyecto 3.1. Control y seguimiento.

Justificación

Todas las actividades incluidas dentro del Plan de Manejo requieren el seguimiento permanente en su ejecución con el fin de garantizar oportunamente el desarrollo de estas conforme a lo propuesto, y así lograr la conservación y uso sostenible de los recursos asociados al humedal. Así mismo, el seguimiento garantiza que se tomen medidas de acción preventiva o correctiva oportunas que prevengan algún aspecto que ponga en riesgo el bienestar del humedal. Por otro lado, con el control y seguimiento se logra detallar el avance de ejecución, como también el estado de recuperación y las condiciones del humedal.

Objetivo general

Implementar estrategias de control y vigilancia que contribuyan al bienestar de las comunidades locales y la promoción de la conservación del humedal.

Objetivos específicos

- Desarrollar actividades de control y vigilancia a los procesos de recuperación del humedal.

Metas

- Ejercer a través de CORTOLIMA procesos de control y vigilancia que garanticen en un 100% la implementación del plan de manejo del humedal.

Actividades.

- Operativos de control y vigilancia a los procesos de recuperación del humedal.
- Creación y operación del comité interinstitucional del humedal.

Indicadores.

- Número de operativos de control y vigilancia realizados en torno la ejecución de actividades del plan de manejo del humedal.
- Número de reuniones de comité.

Responsables

1. CORTOLIMA.
2. Alcaldía municipal.
3. Gobernación.
4. Policía ambiental.
5. Academia.

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Costos

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.			
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	9	\$ 500.000,00	\$ 4.500.000,00
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	10	\$ 400.000,00	\$ 4.000.000,00
Total	*****	*****	\$ 9.500.000,00

Proyecto 3.2: Establecimiento de e Jagueyes para ganadería y protección del humedal

Justificación

La contaminación por heces fecales del espejo de agua por el ganado y por consiguiente la proliferación de especies acuáticas invasoras, como el buchón de agua, impide la penetración de luz solar y el intercambio gaseoso (O₂-CO₂), provocando en el tiempo, la eutroficación, sedimentación y pérdida del almacenamiento del humedal.

Los jagüeyes son depresiones sobre el terreno, que permiten almacenar agua proveniente de escurrimientos superficiales y/o agua lluvia, en zonas con sequías estacionales prolongadas. Los jagueyes retienen el agua de lluvia y sirve para abreviar el ganado o el riego.

La construcción de jagueyes alrededor del Humedal Toqui-Toqui se justifica porque permitirá que el ganado no penetre al humedal y no genera contaminación hídrica y se mejora la calidad de agua del humedal y la proliferación de especies acuáticas invasoras

Objetivo General

Mitigar el impacto por actividades ganaderas en los suelos cercanos al humedal.

Objetivos Específicos:

Establecer sistema de abastecimiento de agua para ganado y mitigar el efecto de la actividad ganadera en el humedal

Metas:

Reducir el 100% de la contaminación por pastoreo de ganado en el Humedal Toqui-Toqui.

Actividades

- Construcción e Instalación de jagueyes

Indicadores:

Número de jagueyes instalados.

Responsables:

1. Propietarios
2. CORTOLIMA
3. Gobernación
4. Empresa Petrolera

Prioridad: Mediano Plazo

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.2. Establecimiento de Jagueyes para ganadería y protección del humedal										
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.2.1 Construcción de jagueyes	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*

Costos

PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.			
Proyecto 3.2. Establecimiento de jagueyes para ganadería y protección del humedal			
Actividad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
3.2.1 Construcción de jagueyes	2	\$ 15.000,000,00	\$ 30.000.000,00
Total	*****	*****	\$ 30.000.000,00

9.9. EVALUACIÓN DEL PLAN DE MANEJO

Para la planificación, seguimiento y evaluación del Plan integrado de manejo del humedal estará a cargo de la Corporación Autónoma del Tolima (CORTOLIMA) con supervisión del comité interinstitucional del humedal Toqui-Toqui.

Revisión Trienal del Plan de Manejo

Esta etapa se propone cada tres años, donde participará el comité coordinador, representantes de comunidades beneficiarias de los proyectos y las entidades ejecutoras.

9.10. PLAN DE TRABAJO ANUAL

Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL (AÑO)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.										
Proyecto 1.1. Recuperación de la ronda hídrica.										
Actividades										
1.1.1 Aislamiento 2.7 kms de la ronda hídrica del humedal.	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*
1.1.2 Restauración de 8.5 hectáreas para conectividad en áreas del humedal Toqui-Toqui.	*	X	X	*	*	*	*	*	*	*
1.1.3 Mantenimiento de Areas Restauradas	*	*	2	2	2	*	*	*	*	*
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN										
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.										
2.1.1 Caracterización Flora asociada al Humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Arbóreas)	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*
2.1.2- Caracterización fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos)	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	*	*	*	*	1	*	*	*	*	*
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.										
2.2.1 Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	*	2	*	*	*	2	*	*	*	2
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	*	1	*	*	*	1	*	*	*	1
2.2.3 Material Didáctico de Humedales	*	200	*	*	*	*	*	*	*	*
2.2.3 Señalización del Humedal	*	3	*	*	*	*	*	*	*	*
Proyecto 2.3. Evaluación Ambiental del Humedal										
2.3.1 Estudio Hidrogeológico del Humedal Toqui-Toqui	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*
2.3.2 Estudio de retiro de líneas de flujo de hidrocarburos del Humedal Toqui-Toqui	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.										
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.										
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Proyecto 3.2.										
3.2.1 Construcción de jagüeyes	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*

9.11. COSTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Programas y Proyectos	PLAN DE TRABAJO ANUAL (AÑO)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	
PROGRAMA 1. RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA DEL HUMEDAL Y DE SU BIODIVERSIDAD.											
Proyecto 1.1. Recuperación de la ronda hídrica.											
1.1.1 Aislamiento 2.7 kms de la ronda hídrica del humedal.	\$ 74.081.652,00										
1.1.2 Restauración de 8.5 hectáreas para conectividad en áreas del humedal	\$ 63.294.876,00										
1.1.3 Mantenimiento de Areas Restauradas	\$ 37.976.925,60										
SUBTOTAL	\$ 175.353.453,60										
PROGRAMA 2. INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN											
Proyecto 2.1. Ampliación del conocimiento sobre la fauna y flora silvestre.											
2.1.1 Caracterización Flora asociada al Humedal (Fitoplancton, Macrofitas, Arbóreas)	\$ 25.000.000,00										
2.1.2- Caracterización fauna asociada al humedal (Zooplancton, Macroinvertebrados, Herpetos, Aves, Mamíferos	\$ 32.000.000,00										
2.1.3 Análisis de Calidad de Agua	\$ 6.000.000,00										
SUBTOTAL	\$ 63.000.000,00										
Proyecto 2.2 Educación ambiental y apropiación social participativa de los humedales.											
2.2.1 Talleres educativos teórico-prácticos “Cuando Cuentas Cuencas-Humedales a Todo Color”.	\$ 30.000.000,00										
2.2.2 Taller educativo Tráfico Ilegal de Fauna y Flora	\$ 6.000.000,00										
2.2.3 Material Didáctico de Humedales	\$ 1.200.000,00										
2.2.3 Señalización del Humedal	\$ 22.500.000,00										
SUBTOTAL	\$ 59.700.000,00										
Proyecto 2.3. Evaluación Ambiental del Humedal											
2.3.1 Estudio Hidrogeológico del Humedal Toqui-Toqui	\$ 100.000.000,00										
2.3.2 Estudio de retiro de líneas de flujo de hidrocarburos del Humedal Toqui-Toqui	\$ 20.000.000,00										
SUBTOTAL	\$ 120.000.000,00										
PROGRAMA 3. MANEJO SOSTENIBLE.											
Proyecto 3.1. Control y seguimiento.											
3.1.1 Operativos de control, seguimiento y vigilancia del Humedal	\$ 4.500.000,00										
3.1.2 Conformación Comité Interinstitucional del Humedal	\$ 4.000.000,00										
SUBTOTAL	\$ 8.500.000,00										
Proyecto 3.2. Establecimiento de jagueyes para ganadería y protección del humedal											
3.2.1 Construcción de jagueyes	\$ 30.000.000,00										
SUBTOTAL	\$ 30.000.000,00										



TOTAL	\$ 456.553.453,60
-------	-------------------



A full-page background image of a dense, lush green forest. Sunlight filters through the thick canopy of leaves, creating a dappled light effect. The foliage is dense and vibrant green, with some leaves showing signs of being eaten or damaged. The overall atmosphere is natural and serene.

ANEXOS

Anexo A. ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL HUMEDAL TOQUI-TOQUI, PIEDRAS-TOLIMA.

FITOPLANCTON

Phyllum: Chlorophyta
Clase: Chlorophyceae
Género: *Ankistrodesmus*

Descripción: Las células son solitarias o agrupadas de forma laxa en pequeños racimos o mechones o mezcladas con otras algas. Estas algas pueden o no estar envueltas en un mucílago, presenta forma de aguja, el cloroplasto es parietal y no contiene pirenoides (Wehr y Sheath, 2003).



Phyllum: Chlorophyta
Clase: Chlorophyceae
Género: *Closterium*

Descripción: Las especies de este género presentan una forma elongada, cilíndrica y curvada, aunque algunas son rectas o elongadas-fusiformes. Las células se van estrechando gradualmente hacia los extremos, los cuales pueden ser redondeados o truncados. La pared celular puede ser de incolora, amarilla o bronce con finas estrías longitudinales (Wehr y Sheath, 2003).



Phyllum: Chlorophyta
Clase: Chlorophyceae
Género: *Cosmarium*

Descripción: Células solitarias raramente en cadenas cortas, variable en tamaño, usualmente más largas que anchas, por lo general comprimidas, simétricas en tres planos; constricción media profunda suave, notoria. Hemicélulas de contornos variables, pared de la hemicélula a veces con una protuberancia (Rivera *et al.*, 1982).



Phyllum: Euglenophyta

Clase: Euglenophyceae

Género: *Euglena*

Descripción: De forma fusiforme a circular, células uniflageladas, la mayoría de las especies cambian constantemente de forma y el piroplasto es usualmente ornamentado de puntas o estriado y algunas especies desarrollan un pigmento rojo.



Phyllum: Bacillariophyta

Clase: Bacillariophyceae

Género: *Nitzschia*

Descripción: Células solitarias o coloniales. Valvas lineales o elípticas, derechas o sigmoides, con la parte media dilatada o retraída y con extremos de variada forma. Rafe situado en una carena saliente, generalmente lateral o marginal; rafe de las dos valvas de un frústulo situadas en posición diagonal opuesta (Rivera *et al.*, 1982).

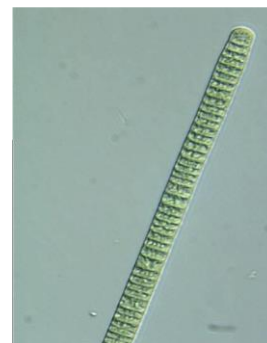


Phyllum: Cyanophyta

Clase: Cyanophyceae

Género: *Oscillatoria*

Descripción: Tricomas solitarios o agregados, derechos o flexibles, contraídos o no a nivel de los tabiques transversales, atenuados o no hacia los ápices. Tricomas generalmente desprovistos de vaina, ocasionalmente pueden presentar vainas muy finas, hialinas y mucosas. Célula terminal con o sin cofia (Rivera *et al.*, 1982).



Phyllum: Euglenophyta

Clase: Euglenophyceae

Género: *Phacus*

Descripción: de forma fusiforme a circular. Células uniflageladas, la mayoría de las especies cambian constantemente de forma y el pleriplasto es usualmente ornamentado de



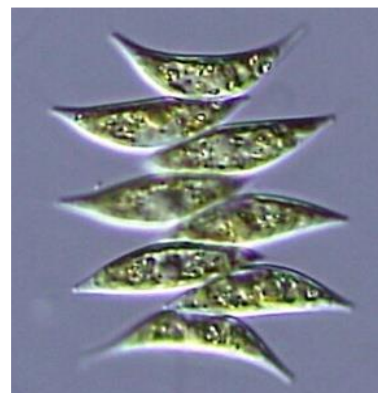
puntas o estriado y algunas especies desarrollan un pigmento rojo.

Phyllum: Chlorophyta

Clase: Chlorophyceae

Género: *Scenedesmus*

Descripción: Células elipsoidales o fusiformes, de dos, cuatro a ocho, en series lineares dispuestas unas al lado de las otras con sus ejes mayores paralelos. Los cenobios de ocho células presentan dos hileras alternas de cuatro células (Rivera *et al.*, 1982).

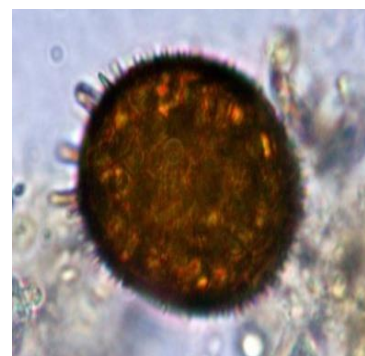


Phyllum: Euglenophyta

Clase: Euglenophyceae

Género: *Trachelomonas*

Descripción: Células solitarias con el aspecto de una *Euglena*, con una cutícula estriada pero, encerradas en una lorica provista de un poro por donde sale el flagelo; el poro está a menudo rodeado de un cuello de longitud variable. Lórica de color amarillo a café, de forma variable, puede presentar verrugas, setas o espinas más o menos largas (Rivera *et al.*, 1982).



FLORA

Orden: Boraginales

Familia: Boraginaceae

Género: *Cordia*

Especie: *Cordia alliodora*

Nombre común: Nogal

Descripción: Árbol hasta 20 m de altura, hojas simples, alternas, inflorescencias terminales en panículas, flores pequeñas color blanca, Fruto seco elipsoide (WFO, 2022).

Hábitat: NE.

Categoría: No evaluada (Miller, 2022).

Distribución nacional: <1800 m. Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cesar, Chocó,



Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Santander, Sucre, Tolima y Valle (Miller, 2022).

Orden: Caryophyllales

Familia: Polygonaceae

Género: *Triplaris*

Especie: *Triplaris americana*

Nombre común: Varasanta

Descripción: Árboles pequeños hasta 20 m de altura, hojas simples, alternas, frutos en achenios marrones o amarillentos (WFO, 2022).

Hábitat: NE.

Categoría: No evaluada (Aymard, 2022).

Distribución nacional: <2000 m. Se ha reportado en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Atlántico, Chocó, Magdalena, Meta, Putumayo, Santander, Tolima y Vaupés (Aymard, 2022).



Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Machaerium*

Especie: *Machaerium capote*

Nombre común: Capote

Descripción: Árboles hasta 15 m, hojas compuestas, alternas, inflorescencias en racimos o panículas cimosas, flores papilionadas amarillas, frutos alados en forma de machete (WFO, 2022).

Hábitat: Matorrales secos, bosques caducifolios, generalmente en las orillas de ríos, y ambientes húmedos (WFO, 2022).

Categoría: Preocupación menor (Ruiz et al., 2022).

Distribución nacional: Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Caldas, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, entre 6-1600 m (Ruiz et al., 2022).



Orden: Gentianales

Familia: Apocynaceae

Género: *Stemmadenia*

Especie: *Stemmadenia aff grandiflora*

Nombre común: Cofrón

Descripción: Arbustos hasta 5 m, hojas simples, inflorescencias en con una a cuatro flores, flores amarillas, frutos en folículos ovoides (WFO, 2022).

Hábitat: Márgenes de caminos y quebradas, sitios húmedos (WFO, 2022).

Categoría: No evaluada (Morales, 2022).

Distribución nacional: <1500 m. Se ha reportado en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Casanare, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, La Guajira, Guaviare, Huila, Magdalena, Meta, Santander, Sucre, Tolima y Valle (Morales, 2022).



Orden: Gentianales

Familia: Rubiaceae

Género: *Randia*

Especie: *Randia aculeata*

Nombre común: Cruceto

Descripción: Arbustos hasta 5 m, hojas simples, opuestas, inflorescencias en glomérulos crema, flores actinomorfas pequeñas blancas, frutos en baya (WFO, 2022).

Hábitat: Ocasional en sitios perturbados, de bosques húmedos a secos (WFO, 2022).

Categoría: No evaluada (Delprete y Cortés, 2022).

Distribución nacional: <1200 m. Se ha reportado en los departamentos de Bolívar, Chocó, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Tolima (Delprete y Cortés, 2022).



Orden: Lamiales

Familia: Bignoniaceae

Género: Martinella

Especie: *Martinella obovata*

Nombre común: Bejuco de adorate

Descripción: Bejucos, tallos levemente tetragonales de 7 cm de diámetro, hojas compuestas bifoliadas, flores zigomorfas tubular de vino tinto, frutos en capsula linear (Gentry, 2009).

Hábitat: Cosmopolita, del valle del río Magdalena, Cauca y planicie del Caribe (Gentry, 2009).

Categoría: Preocupación menor (Gradstein, 2022).

Distribución nacional: <1430 m. Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Cesar, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Norte de Santander, Santander, Sucre, Tolima y Valle (Gradstein, 2022).



Orden: Malpighiales

Familia: Erythroxylaceae

Género: Erythroxylon

Especie: *Erythroxylon aff. hondense*

Nombre común: Coca

Descripción: Arbustos hasta 1.5 m de altura, Hojas simples, alternas, estipulas libres laterales (WFO, 2022).

Hábitat: NE.

Categoría: No evaluada (Jara-Muñoz, 2022).

Distribución nacional: Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Arauca, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Tolima, Valle, entre 150-1300 m (Jara-Muñoz, 2022).



Orden: Malpighiales
Familia: Euphorbiaceae
Género: Dalechampia
Especie: *Dalechampia karsteniana*
Nombre común: Bejuco ortiga, ortiga

Descripción: Arbustos desde 0.5-1 m de altura, hojas simples, alternas, Inflorescencia en racimos con flores masculinas superiores y flores femeninas inferiores (WFO, 2022).

Hábitat:

Categoría: No evaluada (Murillo, 2022).

Distribución nacional: Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca y Tolima, entre 50-480 m (Murillo, 2022).



Orden: Malpighiales
Familia: Salicaceae
Género: Casearia
Especie: *Casearia corymbosa*
Nombre común: Ondequera

Descripción: Arbustos o árboles desde 1-20 m de altura, Hojas simples, alternas, con líneas translucidas en el limbo, cimas corimbosas, flores hermafroditas blancas, fruto subgloboso de color anaranjado o rojo al madurar (WFO, 2022).

Hábitat: Muy común en bosques secos a muy húmedos (WFO, 2022).

Categoría: No evaluada (Alford, 2022).

Distribución nacional: Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Caldas, Cesar, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Sucre, Tolima, Valle, entre 30-1200 m (Alford, 2022).



Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: Ceiba

Especie: *Ceiba pentandra*

Nombre común: Ceibo

Descripción: Árbol de 50 m o más, Hojas compuestas, alternas, inflorescencia axilar foliculadas, frutos en capsula loculicida (WFO, 2022).

Hábitat: Bosques secos y bosques de galería (WFO, 2022).

Categoría: No evaluada (Fernández-Alonso, 2022).

Distribución nacional: <2000 m. Se ha reportado en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guaviare, Huila, Magdalena, Meta, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y Valle (Fernández-Alonso, 2022).



Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Guazuma*

Especie: *Guazuma ulmifolia*

Nombre común: Guásimo

Descripción: Árbol de 20 m, Hojas simples, alternas, cimas axilares multifloras, flores pequeñas actinomorfas, frutos en capsula elipsoide y leñosa (Thomas *et al.*, 2021; WFO, 2022).

Hábitat: NE.

Categoría: Preocupación menor (Dorr, 2022).

Distribución nacional: <1800 m. Se ha reportado en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Santander, Sucre, Tolima, Valle, Vaupés y Vichada (Dorr, 2022).



Orden: Rosales
Familia: Moraceae
Género: *Maclura*
Especie: *Maclura tinctoria*
Nombre común: Dinde

Descripción: Árboles de 30 m, armados con espinas axilares, látex blanquecino, hojas simples, alternas, inflorescencias en espigas blanquecinas, frutos en achenios ovoides (WFO, 2022).

Hábitat: Común en bosques secos (WFO, 2022).

Categoría: Preocupación menor (Berg, 2022).

Distribución nacional: <1500 m. Se ha reportado en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cesar, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Norte de Santander, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Santander, Sucre, Tolima y Valle (Berg, 2022).



Orden: Sapindales
Familia: Sapindaceae
Género: *Melicoccus*
Especie: *Melicoccus bijugatus*
Nombre común: Mamoncillo

Descripción: Árboles de 30 m, hojas compuestas, alternas, inflorescencias en racimos terminales, flores blancas, fruto en drupa globosa (WFO, 2022).

Hábitat: NE.

Categoría: No evaluada (Obando, 2022).

Distribución nacional: Se ha reportado en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Quindío, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Sucre, Tolima, Valle, entre 20-1500 m (Obando, 2022).



Anexo B. Especies de fauna registradas en el humedal Toqui-Toqui, Piedras-Tolima.

ZOOPLANCTON

Clase: Monogononta

Orden: Ploimida

Género: *Brachionus*

Descripción: Cuerpo moderadamente aplanado dorsoventralmente. Lorica rígida, con la margen anterior dorsal con cuatro espinas, dos espinas en la margen superior, placa dorsal y ventral completamente fusionadas lateralmente. Presentan un pie largo, anulado, retráctil, no segmentado y terminal (Sanabria, 1995).



Orden: Cyclopoida

Descripción: El cuerpo se divide en dos regiones: cuerpo anterior y cuerpo posterior. La primera está integrada por la cabeza o céfalo, formado por seis segmentos fusionados y el tórax también con seis segmentos, de los cuales por lo general el primero está unido al céfalo, constituyendo el cefalotórax. Las primeras antenas son cortas, con 10-16 artejos.



MACROINVERTEBRADOS

Subclase: Acari

Orden: Trombidiformes

Hábitat: En la mayoría de hábitats dulceacuícolas, más abundantes en arroyos, lagos, pantanos, zonas de salpique de cascadas, brácteas de plantas epífitas y aún en aguas termales, por lo que no podrían ser considerados como



indicadores de un tipo particular de agua (Roldan, 1996).

Orden: Rhynchobdellida

Hábitat: Aguas quietas o de poco movimiento, sobre troncos, plantas, rocas y residuos vegetales (Roldan, 1996).

Ecología: Indicadores de aguas eutrofizadas.



Orden: Haplotaxida

Hábitat: Poco abundantes en el bentos. Típicos de aguas subterráneas (Cuezzo 2009).

Ecología: Su alimentación consta generalmente de detritus orgánico, aunque algunos pueden comer algas o plancton (Roldan 1996).



Orden: Amphipoda

Familia: Hyalellidae

Hábitat: Agua dulce, habitan las aguas superficiales y subterráneas (Ríos et al., 2012).

Ecología: Tienen diferentes roles tróficos: herbívoros, carnívoros, detritívoros y omnívoros (Ríos et al., 2012).



Orden: Diptera

Familia: Stratiomyidae

Hábitat: En márgenes de arroyos, charcas, pantanos y ciénagas sobre objetos flotantes o sumergidos (Roldan, 1988).

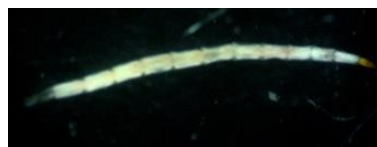
Ecología: Indicadores de aguas mesoeutróficos (Roldan, 1996).



Orden: Diptera

Familia: Ceratopogonidae

Hábitat: aguas lólicas, aguas lénticas, charcas y lagos con material vegetal en descomposición (Roldán, 1996).



Orden: Diptera

Familia: Culicidae

Hábitat: Carcas, pozos temporales, troncos con huecos, con materia orgánica y detritus (Roldan, 1996).

Ecología: Indicadores de aguas mesoeutróficos (Roldan, 1996).



Orden: Diptera

Familia: Tipulidae

Hábitat: Lodo, fango y fragmentos orgánicos en las márgenes de arroyos, charcos, pantanos, los cojines de algas o briofitas, márgenes arenosos de arroyos poco profundos (Byers, 1981).



Orden: Coleóptera

Familia: Dytiscidae

Nombre Común: Escarabajo

Hábitat: Viven en aguas lénticas y lólicas de aguas someras en vegetación emergente, en charcas y zanjas (Epler 2010).

Ecología: Son indicadores de aguas claras. Las larvas son carnívoras, tienen mandíbulas en forma de hoz con las que inyectan veneno y jugos gástricos a sus presas (Epler 2010).



Orden: Diptera

Familia: Chironomidae

Hábitat: Aguas lólicas y lénticas, en fango arena y con abundante materia orgánica en descomposición (Roldan, 1996).

Ecología: Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras. Indicadores mesoeutróficos.



Orden: Coleoptera
Familia: Tenebrionidae

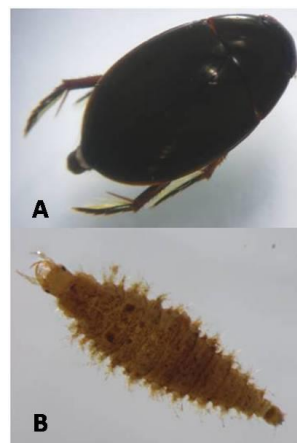
Hábitat: La mayoría de los géneros se encuentran en aguas estancadas, y someras, en el bentos, en fondos lodosos, donde existe mucha materia en descomposición (Stehr, 1991).



Orden: Coleóptera
Familia: Hydrophilidae
Nombre común: Escarabajo

Hábitat: De aguas lenticas como charcas y lagunas poco profundas, con muchas materia orgánica (Roldan, 1996).

Ecología: Los adultos son herbívoros, se alimentan de algas, hojas en descomposición (A). Las larvas son depredadoras (B) (Epler 2010).



Orden: Coleóptera
Familia: Scirtidae

Hábitat: Larvas propias de ecosistemas lenticos.

Ecología: Se alimentan de material vegetal en descomposición; son detritívoros y herbívoros (Roldan, 1996).



Orden: Coleóptera
Familia: Elmidae

Ecología: Esta familia es completamente acuática (McCafferty, 1981). Tanto larvas como los adultos se encuentran adheridos a una diversidad de sustratos.



Orden: Hemiptera
Familia: Naucoridae

Hábitat: Habitan charcos y remansos de ríos y quebradas, adheridos a troncos, ramas y piedras, algunas especies prefieren suelos arenosos. Comúnmente se desarrollan en ambientes



lénticos, con vegetación ribereña. En cuanto a sus hábitos alimenticios esta familia es depredadora (Roldán 2003).

Orden: Hemiptera

Familia: Belostomatidae

Hábitat: Ciénagas y charcas, en general prefieren aguas profundas.

Ecología: Indicadores de aguas oligomesotróficas y eutróficas (Roldan, 1996).



Orden: Hemiptera

Familia: Pleidae

Hábitat: Viven preferiblemente en ambientes lénticos, densamente vegetados, entre marañas de plantas sumergidas y flotantes, en aguas someras, transparentes y bien oxigenadas en lugares luminosos (Mazzucconi et al., 2009).



Orden: Hemiptera

Familia: Notonectidae

Hábitat: Habitan ambientes lenticos; pocos géneros habitan en las orillas de los ríos y quebradas. Esta familia se alimenta principalmente de pequeños crustáceos y larvas de mosquitos (Usinger et al., 1956).

Ecología: Estos organismos son indicadores de aguas oligomesotróficas y eutróficas (Roldán, 1998).



Orden: Hemiptera (Heteroptera)

Familia: Veliidae

Hábitat: Habitan en aguas lólicas y lénticas, remansos de corrientes entre la vegetación emergente y algunos viven en aguas salobres, son patinadores y se consideran indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldán 2003).



Orden: Ephemeroptera

Familia: Baetidae

Nombre Común: Mosca de mayo

Hábitat: Aguas rápidas. Las larvas son buenas nadadoras, asociadas a vegetación, aunque también se pueden hallar sobre piedras (Zuñiga, 2004).

Ecología: Los sustratos preferidos son troncos, rocas, hojas y vegetación sumergida. En cuanto a su alimentación, aparentemente son raspadores del biofilm (Zuñiga, 2004).

Orden: Ephemeroptera

Familia: Leptohyphidae

Nombre común: Mosca de mayo

Hábitat: Pueden ser encontradas en troncos sumergidos, rocas, algas filamentosas, vegetación semisumergida o plantas acuáticas (Zuñiga *et al.*, 2003).

Ecología: Se encuentra en una variedad de sustratos y corrientes de todos los tamaños. Más frecuente en aguas cálidas.

Orden: Odonata

Familia: Libellulidae

Hábitat: Aguas lólicas con fondos lodosos y vegetación (Roldan, 1996).

Ecología: Indicadores de aguas eutrofizadas (Roldan, 1996).

Orden: Odonata

Familia: Coenagrionidae

Hábitat: Aguas lénticas con vegetación (Roldan, 1996).

Ecología: Indicadores de aguas oligomesotróficas (Roldan, 1996).



Clase: Gastropoda
Familia: Planorbidae

Hábitat: Ambientes muy variados, lóticos y lénticos (Cuezco, 2009).

Ecología: Relacionados con vegetación marginal. Hábitos herbívoros y ocasionalmente detritívoros (Cuezco, 2009).



Clase: Basommatophora
Familia: Physidae

Hábitat: Ríos de montaña correntosos, lagos, lagunas, pequeños arroyos (Cuezco, 2009).

Ecología: Se ubican sobre y debajo de las piedras y en vegetación marginal (Cuezco, 2009).



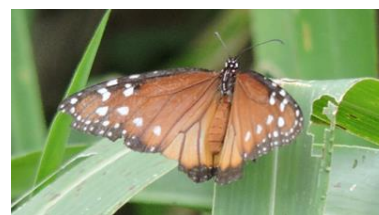
LEPIDÓPTEROS DIURNOS

Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Danaus*
Especie: *Danaus gilippus*
Nombre común: Mariposa reina

Descripción: La parte superior es marrón castaño; los bordes negros de las alas anteriores tienen dos filas de puntos blancos; manchas blancas están dispersas en el ápice de las alas anteriores. La parte inferior de las alas traseras tiene venas negras; los bordes negros de ambas alas tienen dos filas de puntos blancos (Warren *et al.*, 2017).

Hábitat: Áreas abiertas y soleadas que incluyen campos, desiertos, bordes de caminos, pastizales, dunas, arroyos y cursos de agua (Warren *et al.*, 2017).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).



Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Heliconius*
Especie: *Heliconius erato*
Nombre común: Mariposa cartero

Descripción: las anteriores negras con banda rosa-roja; alas traseras negras con franja amarilla. 2 5/8-3 1/8 pulgadas (6.7-8 cm) (Warren *et al.*, 2017).

Hábitat: Blum (2002) menciona que estas razas están asociadas con hábitats forestales. Las plantas hospederas de larvas y nectáreas de adultos comúnmente crecen en bosques secundarios (Warren *et al.*, 2017).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

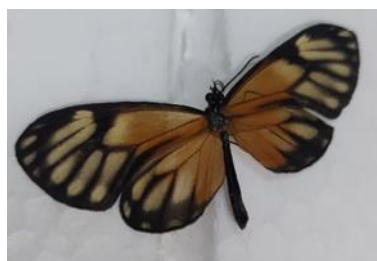
Distribución nacional: <1600 m. Se encuentran comúnmente volando en bosques secundarios y en zonas abiertas en Centroamérica y Suramérica (Brown y Yepez, 1984; HayRoe, 2008; Vargas *et al.*, 2012).



Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Hypoleria*
Especie: *Hypoleria ocalea gephira*
Nombre común: Mariposa de cristal

Hábitat: Especie encontrada en hábitat de borde e interior de bosque donde acostumbra volar en el estrato herbáceo y subarborescente (Warren *et al.*, 2017).

Categoría: No evaluada (IUCN, 2022).



Orden: Lepidoptera
Familia: Nymphalidae
Género: *Mechanitis*
Especie: *Mechanitis menapis*
Nombre común: Mariposa alas de tigre variable

Descripción: Los adultos de ambos sexos son similares en tamaño, con una longitud promedio del ala anterior de 34 mm; patrón de coloración alar sin dimorfismo sexual evidente (Santacruz *et al.*, 2019).



Hábitat: La planta en la que se encontraron los inmaduros fue identificada como *Solanum hirtum*, lo que representa un nuevo registro de planta hospedera para *Mechanitis menapis* en Colombia. Las observaciones presentadas contribuyen a la comprensión de las plantas hospederas de las mariposas diurnas neotropicales, y específicamente de las Ithomiinae, para Colombia (Giraldo y Uribe 2010).

Distribución nacional: Especímenes de *Mechanitis menapis menapis* (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae) se recolectaron en tres localidades de los Andes colombianos. Huevos y larvas encontrados en la planta hospedera se recolectaron y estudiaron en condiciones de laboratorio. La planta sobre la cual se encontraron los inmaduros fue identificada como *Solanum hirtum* hallazgo que constituye un nuevo registro de planta hospedera para *Mechanitis menapis* en Colombia (Giraldo y Uribe, 2010).

Categoría: No evaluada (IUCN, 2022).

Orden: Lepidoptera

Familia: Pieridae

Género: *Eurema*

Especie: *Eurema venusta*

Nombre común: Mariposa

Descripción: Mariposa de tamaño pequeño. Cuerpo con un tórax corto y un abdomen delgado. Alas dorsalmente con una coloración blanca, con una franja negra que cubre el margen costal y distal del AA. AP presenta una franja negra en el margen distal (Warren *et al.*, 2017).

Hábitat: Áreas abiertas de pradera, en donde acostumbra volar a la altura del estrato herbáceo. Comparte su hábitat con otros piéridos del género *Daptoneura* y *Phoebis*. Bosque-Cultivo-Bordes de camino (Warren *et al.*, 2017)

Categoría: No evaluada (IUCN, 2022).

Distribución nacional: En el las cuenca del ríos Totare, y Lagunilla en esta última en la estaciones Alto del Bledo (951 m) y Palma Peñitas (2564 m).



Orden: Lepidoptera

Familia: Pieridae

Género: *Ascia*

Especie: *Ascia monuste*

Nombre común: Mariposa blanca del sur

Descripción: Superficie superior de las alas delanteras del macho blancas con patrón en zigzag negro en el margen exterior. La forma de la hembra en la estación seca se parece al macho con un patrón de zigzag negro más pesado y una pequeña mancha negra en la celda del ala. La hembra de la estación húmeda está oscurecida con escamas negras arriba y abajo.

Envergadura del ala: 2 1/2-3 3/8 pulgadas (6.3-8.6 cm) (Warren *et al.*, 2017).

Hábitat: Marismas, dunas costeras, campos abiertos y jardines (Warren *et al.*, 2017).

Distribución nacional: <1000 m.



Orden: Lepidoptera

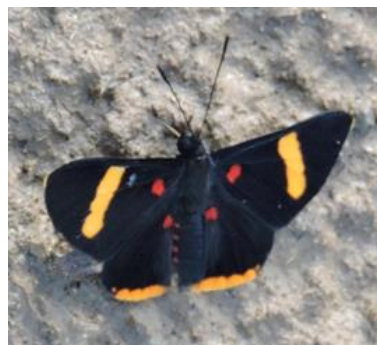
Familia: Riodinidae

Género: *Melanis*

Especie: *Melanis electron*

Descripción: Mariposas de tamaño pequeño, dorsalmente alas de color negro. Ala anterior con dos bandas naranjas, la primera localizada en las áreas media y postmedia y la otra en el ápice, el AP también presenta una coloración naranja en el margen distal. Presenta puntos rojos en el área basal en ambas alas. El tórax y abdomen son de tamaño similar. La celda discal es cerrada en las dos alas. Longitud del ala anterior: 18-21 mm (Warren *et al.*, 2017).

Hábitat: Este riodínido es fácil verle posado en los samanes (*Samanea saman*) de la familia de las Mimosáceas y en los almendros (*Terminalia cattapa*) de la familia de las Combretáceas. En estos árboles busca su alimento y vive la mayor parte de su tiempo (Renaser, 1987). Su vuelo es rápido a la altura de los estratos subarborescente y arbustivo (Garay y Vargas, 2011).



Distribución nacional: En Colombia habita en zonas de bosque húmedo y seco tropical, es más abundante en los valles de los ríos Cauca y Magdalena (García *et al.*, 2002). En el departamento del Tolima en las cuencas Amoyá, Coello (García y Ospina, 2004), Prado, Totare (Peña, 2007) y Lagunilla en esta última en la estación Chorrillo (265 m).

ICTIOFAUNA

Orden: Blenniiformes

Familia: Poeciliidae

Especie: *Poecilia caucana*

Nombre común: Gupy, pipón

Hábitat: Habita en ecosistemas con velocidad de la corriente baja, en zonas con fondos de hojarasca y material vegetal, se alimenta principalmente de estadios inmaduros de insectos acuáticos. Es resistente a condiciones extremas de temperatura, salinidad y oxígeno (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución: Presenta distribución muy amplia en la cuenca Magdalena-Cauca (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005). En el departamento del Tolima se ha reportado en las cuencas del río Prado, Coello, Guarinó, Lagunillas y Totare.



Orden: Blenniiformes

Familia: Poeciliidae

Especie: *Poecilia reticulata*

Nombre común: Gupy, pipón

Hábitat: Habita cuerpos de agua de baja corriente, sustratos arenosos y lodosos con abundante hojarasca en sitios con abundantes árboles de sombra y vegetación sumergida. Se alimenta de zooplancton, macroinvertebrados acuáticos y detritos (Mojica 1997)

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución: Originaria del norte de Suramérica, e islas del Caribe. En Colombia se ha reportado



para el río Magdalena (Mojica 1997). Durante el estudio regional del agua fase 1, del departamento del Tolima se registró en la cuenca del río Gualí y Opía.

HERPETOFAUNA

Orden: Anura

Familia: Bufonidae

Género: *Rhinella*

Especie: *Rhinella humboldti*

Nombre común: Sapo común

Descripción: Es una especie grande, dorso marrón verdoso a marrón, moteado con manchas irregulares color chocolate y marrón claro, tiene además grandes manchas marrón oscuro en la región escapular; vientre color crema moteado con pigmentos oscuros.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, se encuentra frecuentemente en áreas con disturbio y alrededor de zonas habitadas por humanos (Reinoso *et al.*, 2014).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: En Colombia se encuentra distribuido en área con disturbio y alrededor de zonas habitadas por humanos (Ernst *et al.*, 2005).



Orden: Anura

Familia: Bufonidae

Género: *Rhinella*

Especie: *Rhinella margaritifera*

Nombre común: Sapo

Descripción: Es una especie grande, dorso marrón verdoso a marrón.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical (GIZ *et al.*, 2014). Se encuentran frecuentemente en áreas con disturbio y alrededor de zonas habitadas por humanos.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).



Distribución nacional: <1700 m (Ernst *et al.*, 2005).

Orden: Anura

Familia: Hylidae

Género: *Boana*

Especie: *Boana platanera*

Nombre común: Rana platanera

Descripción: Es una especie grande, inconfundible con otras en la zona por poseer dorso uniformemente verde, piel del dorso postulado, mentón y pecho marrón oscuro. Superficies ventrales y posteriores de los muslos marrones y membranas ausentes en las manos y pies.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, especies de hábitos arbóreos, se encuentra frecuentemente en ramas de árboles cerca a cuerpos de agua dentro del bosque (Reinoso *et al.*, 2014).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: En Colombia se distribuye en las tierras bajas, entre los 300-1200 m. de altitud (Barrio Amorós, 2004).



Orden: Anura

Familia: Leptodactylidae

Género: *Leptodactylus*

Especie: *Leptodactylus fragilis*

Nombre común: Rana americana de labios blancos

Descripción: Es una especie de tamaño mediano, adultos entre 31-44 mm de longitud rostro cloaca, rostro puntiagudo y presenta un dorso oscuro manchado o moteado, con cuatro pliegues dorsalmente o muy pequeños, vientre blanco y prominentes tubérculos blancos sobre la superficie inferior del tarso y plata del pie.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, especies de hábitos arbóreos, generalmente se encuentra cerca de



pozos y charcos de aguas temporalmente en época de lluvia. En áreas perturbadas o abiertas (Dixon, 1987; Heyer, 2002).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1000 m. En los departamentos de Antioquia, Arauca, Atlántico, Bolívar, Cesar, Cundinamarca, Caldas, Córdoba, Huila, Magdalena, Sucre, Tolima y Santander (Dixon, 2000).

Orden: Anura

Familia: Leptodactylidae

Género: *Leptodactylus*

Especie: *Leptodactylus fuscus*

Nombre común: Rana picuda

Descripción: Es una especie de tamaño mediano; adultos entre 43-52 mm de longitud cloaca. Es una especie fácil de identificar por la forma aguda de su rostro, ausencia de membranas en sus patas y la presencia de seis pliegues dorsolaterales bien marcados. Presenta un dorso moteado o con manchas, y puede tener o no una línea dorsal clara.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, especies asociadas a áreas abiertas, se encuentra frecuentemente en zonas de cultivos, pastizales y zonas pantanosas. Su canto es un sonido agudo, generalmente canta desde huecos en la tierra y coloca sus huevos en pequeñas charcas (Wynn y Heyer, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: En los Andes, Amazonía, Orinoquía y la región Caribe (Barrio Amorós, 2004).



Orden: Anura
Familia: Leptodactylidae
Género: *Leptodactylus*
Especie: *Leptodactylus insularum*
Nombre común: Rana de la isla de San Miguel

Descripción: Esta especie es una especie grande, los adultos miden entre 65-90 mm de longitud rostro-cloaca, presenta una coloración dorsal marrón, con marcas oscuras, presenta un par de pliegues dorsolaterales y una línea clara sobre el labio superior, el vientre es blanco.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, esta especie se encuentra generalmente cerca a cuerpos de agua permanentes, aunque en época de reproducción cantan desde cuerpos de agua temporales, donde también se reproducen. Es generalmente de hábitos nocturnos y se alimenta de artrópodos y otros pequeños vertebrados (Angarita-Sierra, 2014).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <500 m. En los departamentos de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cesar, Cundinamarca, Caldas, Córdoba, Huila, Magdalena, Sucre, Santander y Tolima (De Sá et al., 2014).



Orden: Anura
Familia: Leptodactylidae
Género: *Engystomops*
Especie: *Engystomops pustulosus*
Nombre común: Rana tungara

Descripción: Es una especie de tamaño medio, adultos entre 21-38 mm de longitud rostro-cloaca; El cuerpo es regordete, patas cortas y su dorso presenta manchas pequeñas verrugas. Dorsalmente presente un color parduzco a gris y una delgada línea mediodorsal crema, ventralmente los machos presentan un saco vocal oscurecido, con una línea clara media.

Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, es una especie bastante



abundante, se encuentra generalmente en zonas de pastizales y bosque secundario. Es frecuente observar individuos cantando mientras flotan en pequeños charcos o pozos de agua (McCranie y Wilson, 2002).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1400 m. En los Andes, Caribe, Orinoquía, Pacífica (Sarmiento, 2010).

Orden: Crocodylia

Familia: Alligatoridae

Género: *Caimán*

Especie: *Caimán cocodrilo*

Nombre común: Babilla, caimán de anteojos.

Descripción: Los adultos de esta especie pueden llegar a medir 2.7 metros, color dorsal marrón oliváceo a marrón amarillento con bandas marrón oscuras sobre los lados de la cola en juveniles, vientre crema o blanquecino uniforme. Se caracteriza por presentar una arista en forma de media luna en la parte anterior a los ojos y sobre el dorso del hocico, además, cinco series transversales de escamas cervicales; 2-3 hileras de escamas postoccipitales; escamas dorsales cuadrángulos.



Hábitat: Zonas de tierras bajas, bosque seco o muy seco tropical, se observa frecuentemente durante el día tomando el sol a orillas de pantanos, lagunas o ciénagas y caños o ríos poco corrientosos. Son más activos durante la noche y se alimentan básicamente de peces, anfibios, reptiles, caracoles y pequeños mamíferos (Ayarzagüena y Castroviejo, 2008).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1000 m (Sarmiento, 2010).

Orden: Squamata
Familia: Corytophanidae
Género: *Basiliscus*
Especie: *Basiliscus galeritus*
Nombre común: Salta arroyos

Descripción: Los machos adultos presentan una cresta grande y redondeada sobre la cabeza, cuerpo y cola, en las hembras la cresta es de menor tamaño y está limitada a la cabeza, el color del cuerpo es marrón oliváceo, la cola puede llegar a medir el doble del cuerpo y presenta manchas transversales marrón.

Hábitat: Esta especie se encuentra frecuentemente en el borde de quebradas, arroyo y humedales, al percibir la presencia de depredadores se lanza al agua y corre sobre esta, gracias a la presencia de pliegues dérmicos en los dedos de sus patas traseras. En la noche se encuentra durmiendo sobre ramas a las orillas de caños y quebradas.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1200 m (Sarmiento, 2010).



Orden: Squamata
Familia: Sphaerodactylidae
Género: *Gonatodes*
Especie: *Gonatodes albogularis*
Nombre común: Geko

Descripción: Los machos de esta especie poseen una coloración bastante característica, la cabeza es rojo cobrizo a naranja y el cuerpo gris con visos negros. Las hembras son marrón claro con manchas más oscuras. El cuerpo y la cabeza están cubiertas por escamas granulares muy pequeñas, no poseen parpado y sus pupilas es redonda.

Hábitat: Es una especie de hábitos diurnos, se alimenta básicamente de pequeños insectos. Se encuentra frecuentemente en zonas de rastrojos sobre los troncos de los árboles,



también es frecuente dentro de casas (Sarmiento, 2010).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: En Colombia se distribuye en la Costa Atlántica, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Chocó, Huila, Magdalena, Norte de Santander, Santander, Putumayo, Tolima y Valle del Cauca.

AVIFAUNA

Orden: Anseriformes

Familia: Anatidae

Género: *Dendrocygna*

Especie: *Dendrocygna autumnalis*

Nombre común: Iguaza común

Descripción: 43-56 cm. Pico naranja y patas rosadas; cuerpo en general de color pardo, pecho y vientre de color negro; lados de la cabeza y parte superior del cuello café grisáceos. Alas negras con un parche blanco más evidente en vuelo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Pantanos y lagunas de agua dulce con cobertura arbórea en sus márgenes, también campos inundados, cultivos y cuerpos de agua salobres (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Tierras bajas del N hasta el Valle del Cauca y la costa Pacífica. En la Cordillera Oriental hasta 2600 m, desde S de Boyacá hasta la Sabana de Bogotá y en el W de los Andes hasta S Meta y Vaupés (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Columbiformes

Familia: Columbidae

Género: *Leptotila*

Especie: *Leptotila verreauxi*

Nombre común: Caminera rabiblanca o paloma arroyera

Descripción: Partes dorsales marrón grisáceo. Cola que se ve gris cuando el ave está posada, y oscura con puntas blancas, cuando vuela. Alas sin



machas y con la parte inferior rojiza, sólo visible en vuelo. Partes inferiores claras, con un tinte rosado en el pecho. Frente clara y nuca con tinte celeste. Patas rojas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: En parejas o grandes grupos, en varios tipos de hábitats principalmente urbanos y zonas de siembra de cultivos (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <2700 m (principalmente <2200 m). Valles medios y alto del Cauca, altos Dagua y Patía. Costa del Pacífico en SW Cauca y ambas pendientes en Nariño; NW Chocó cerca a límite con Panamá E hasta Guajira y S en el valle del Magdalena hasta S del Huila, E de los Andes en Norte de Santander y extremo NE Vichada en Puerto Carreño (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Columbiformes

Familia: Columbidae

Género: *Zenaida*

Especie: *Zenaida auriculata*

Nombre común: Torcaza nagüiblanca

Descripción: Café claro con manchas negras en las alas y marcas en las mejillas. Color blanco o café rojizo en la punta de las plumas externas de la cola. M: Presenta brillos amarillos y rosados a los lados del cuello, coronilla de un gris intenso (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Principalmente en terreno abierto y seco y áreas agrícolas. Montes, campos arbolados, chacras, parques y jardines. Lugares abiertos aunque se adapta muy bien a las zonas urbanas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Ampliamente extendida por la región Caribe, los Andes y la Orinoquía, entre 600-3400 m (Hilty y Brown, 2001).

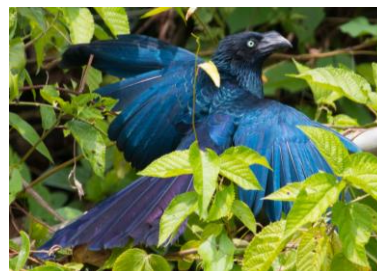
Orden: Cuculiformes
Familia: Cuculidae
Género: *Crotophaga*
Especie: *Crotophaga major*
Nombre común: Garrapatero mayor

Descripción: 43-46 cm. Ojos blancos, patas negras y pico negro comprimido lateralmente con culmen arqueado en la base de la mandíbula superior. Adulto color negro-azul lustroso con bordes de las plumas de las alas verde bronceo y cola con lustre púrpura. Jóvenes con iris café (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Matorrales y bosques a lo largo de ríos y arroyos de flujo lento. También utiliza bosques de galería, manglares, márgenes de lagos, pantanos, pastizales, bordes de bosques húmedos, bosques inundables y sabanas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <500 m desde límites con Panamá por la costa Pacífica hacia el S hasta la cuenca media del río San Juan y hacia el E hasta la base W de la Sierra Nevada de Santa Marta. También en el valle del río Cauca, el alto valle del río Magdalena y en general al E de los Andes (Hilty y Brown 2001).



Orden: Cuculiformes
Familia: Cuculidae
Género: *Crotophaga*
Especie: *Crotophaga sulcirostris*
Nombre común: Cirigüelo o garrapatero

Descripción: 32 cm. Principalmente de color negro lustroso con cola larga, patas negras, piel alrededor del ojo negra e iris café a negro. Su pico es arqueado y lateralmente comprimido sin joroba en la base y con la arista superior continuándose con la coronilla (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Áreas abiertas, matorrales secos, pastizales, áreas pantanosas y parches de monte (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <500 m en el norte del país en la región Caribe desde N Córdoba hacia E hasta la Guajira y al S hasta el valle medio y alto del Magdalena. SW de Nariño, N de Santander y extremo E Vichada (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Gruiformes

Familia: Rallidae

Género: *Aramides*

Especie: *Aramides cajaneus*

Nombre común: Chilacoa colinegra

Descripción: 36-38 cm. Pico moderadamente grande, amarillento en la base y verdoso en el extremo; ojos con anillo ocular desnudo y patas color rojo coral. Cabeza y cuello gris, garganta más pálida y coronilla teñida de café. Partes superiores color oliva a excepción del pecho y lados que presentan color rufo canela. Partes posteriores, incluido el abdomen, rabadilla y cola negras (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Hábitats pantanosos, orillas de ríos, manglares y charcas estacionales cerca de bosques de galería (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <2300 m. Costa pacífica al S hasta la Serranía del Baudó en todo el país excepto al E de la Guajira (Hilty y Brown 2001).



Orden: Charadriiformes

Familia: Jacanidae

Género: *Jacana*

Especie: *Jacana jacana*

Nombre común: Gallito de ciénaga

Descripción: 25 cm. Pico amarillo con escudo frontal rojo y carúnculas laterales rojas, patas largas y dedos muy largos verdosos. Cabeza, cuello y partes inferiores negros; centro de espalda y mayoría de alas castaño marrón; rémiges amarillo pálido (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en ciénagas, lagunas y ríos lentos con vegetación flotante y emergente (Hilty y Brown, 2001).



Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1000 m. En todo el territorio a excepción de la costa Pacífica (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Pelecaniformes

Familia: Threskiornithidae

Género: *Phimosus*

Especie: *Phimosus infuscatus*

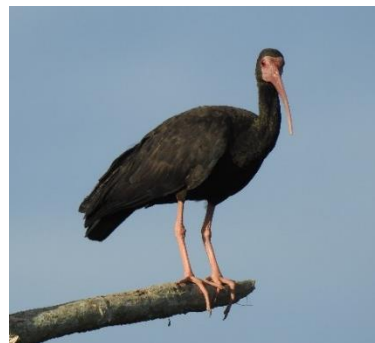
Nombre común: Coquito, ibis de cara roja

Descripción: 48-51 cm. Plumaje negro característico con trazos de verde azulado metálico oscuro sobre todo en las alas; pico rojizo curvado al igual que su cara o región desnuda de la cabeza y patas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Pantanos, arrozales y orillas de lagunas lodosas o con abundante vegetación, charcas y ríos. Se localiza en árboles próximos al agua, principalmente en depósitos de agua dulce, salobre y salada (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1000 m desde el valle del río Sinú hacia el E hasta la base W de la Sierra Nevada de Santa Marta y el W de la Guajira. También hacia el S hasta el alto valle del río Cauca y el valle del Magdalena hasta el NW de Santander. Al E de los Andes desde Arauca hacia el W de Caquetá y Vaupés. Generalmente N de Colombia y E de los Andes, excepto la Amazonia (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Coraciiformes

Familia: Alcedinidae

Género: *Megaceryle*

Especie: *Megaceryle torquata*

Nombre común: Martín pescador matraquero

Descripción: El más grande martín pescador de Colombia. Presenta cresta deshinchada; Macho: Gris azulado por encima, con garganta y lados del cuello de color blanco, el resto de partes inferiores de color castaño rufo; Hembra: Similar pero con banda pectoral gris azulada, estrechamente

bordeado por debajo con blanco, demás partes inferiores castaño rufo (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: A lo largo de ríos, lagos, pantanos, estuarios, reservorios de agua, manglares y cultivos de arroz. Puede ser observado en áreas boscosas cercanas a la línea de costa (Hilty y Brown 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución: <500 m (Hilty y Brown 2001).

Orden: Coraciiformes

Familia: Alcedinidae

Género: *Chloroceryle*

Especie: *Chloroceryle amazona*

Nombre común: Martín pescador matraquero

Descripción: Longitud corporal de 28 cm. Hembras más pesadas que los machos. Macho: Principalmente verde bronceado por encima con collar y pequeñas manchas de color blanco enfrente de los ojos. Garganta y vientre blancos, rufo en el pecho con flancos estriados de verde oscuro. Pico negro y patas gris oscuro. Hembra: Similar al macho pero con banda pectoral verde incompleta (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: A lo largo de ríos con zonas de flujo de agua lentas y rápidas y piscinas profundas. Prefiere arroyos y ríos anchos y despejados. También es común en bordes de lagos y manglares (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1200 m. Según Hilty y Brown (2001) esta especie no se encuentra al S de la costa Pacífica, pero listados regionales recientes de Cauca y Nariño si reportan la especie.

Orden: Galbuliformes
Familia: Galbulidae
Género: *Galbula*
Especie: *Galbula ruficauda*
Nombre común: Jacamar colirufo

Descripción: 28 cm. Pico negro y notoriamente largo. Plumaje verde metálico cobrizo en el dorso, el rostro, las alas. Pecho con una banda pectoral del mismo color, sobresaliendo una línea blanca en su garganta. Plumas primarias negras; cola larga y gradada, con las plumas centrales más largas de color verde metálico y resto de plumas rufas al igual que el vientre y los flancos (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bordes de bosques húmedos, deciduos y semiáridos, bosques en crecimiento secundario, bordes de arroyos, guaduales, plantaciones, sabanas con árboles dispersos y bosques de galería (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <900 m en la vertiente Pacífica y <1300 m en el Valle del Magdalena (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Piciformes
Familia: Picidae
Género: *Melanerpes*
Especie: *Melanerpes rubricapillus*
Nombre común: Carpintero habado

Descripción: 17 cm. Frente blanco-amarillenta; coronilla y occipucio rojos y barreteado negro y blanco en el dorso del cuerpo. Rabadilla blanca, lados de la cabeza y partes inferiores grises; vientre rojo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Matorrales áridos, montes secos y áreas cultivadas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1700 m. Desde del golfo de Urabá y Alto Valle del Sinú hasta el Alto Valle del Magdalena, E de Santander y Vichada (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Falconiformes

Familia: Falconidae

Género: *Milvago*

Especie: *Milvago chimachima*

Nombre común: Pigua

Descripción: 41-46 cm. Cola más bien larga, y "ventana" grande de color ante en las primarias. Cabeza, región inferior y el forro de las alas color ante claro. Línea postocular negra. Espalda, parte superior de las alas y área bajo las secundarias café oscuro. Cola blancuzca barreteada con negro y banda subterminal ancha y color negro. Pico y patas entre azul claro y verdoso; cera y parte desnuda de la cara entre amarillo y rojizo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Zonas abiertas y poco boscosas, borde de bosque y caminos, algunas veces vista al borde de quebradas, ríos y embalses, solitaria y comúnmente ubicada en la parte alta de árboles con poco follaje y en el subdosel (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1800 m, raramente 2600 m. Ampliamente distribuida en todo el país excepto en Nariño (Hilty y Brown 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thamnophilidae

Género: *Thamnophilus*

Especie: *Thamnophilus doliatus*

Nombre común: Batará barrado o batará carcajada

Descripción: 16 cm. Iris amarillo pálido y cresta despelucada. M con plumas de la coronilla negras con base blanca y el resto de la región superior negra, con un barreteado blanco y burdo. Listado blanco y negro borroso en lados de la cabeza y garganta; resto de la región inferior barreteada blanco y negro grueso uniforme. H con coronilla castaño rufo y resto de la región superior rufa. Listado blanco y negro borroso en lados de la cabeza y collar nual. Por debajo ante más claro en garganta y abdomen. Lados de garganta y



parte anterior del cuello con salpicado negro escaso. Pecho escamado y manchado tiznado leve. Maxila negruzca, mandíbula gris azulado y patas plumizas (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Interior y bordes de bosques, bosques secundarios, bosques deciduos y bosques de galería (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1500 m. Se encuentra en el W de Cundinamarca, en el SE de Boyacá. Golfo de Urabá E hasta el W de la Guajira y S en todo el valle del Magdalena hasta el S de Huila; E de los Andes hasta Amazonas (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thamnophilidae

Género: *Formicivora*

Especie: *Formicivora grisea*

Nombre común: Hormiguero pechinegro

Descripción: 12-13 cm. M tiene una corona de color gris-marrón, el dorso y alas negras al igual que la cola y las partes inferiores. Dos barras blancas en las alas y una franja blanca que se extiende por encima del ojo hasta los lados del pecho y flancos. Dorso de H muy parecido al del macho, pero sus partes inferiores color rufo canela, lista ocular canela y motas negras en los lados de la cabeza y el pecho (Hilty, y Brown, 2001).

Hábitat: Bosque secundario de las regiones tropicales. Las poblaciones sureñas están asociadas al matorral de suelos arenosos y a los hábitats del cordón litoral (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1100 m. Se encuentra en la región del Caribe desde el Golfo de Urabá y el E del alto valle del Sinú hasta Barranquilla y hacia el S hasta el alto valle del Magdalena. También en el área de Santa Marta hasta la Guajira y al E de los Andes en tierras bajas de Catatumbo y NE de Guainía hasta Vaupés (Hilty y Brown 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thamnophilidae

Género: *Myrmeciza*

Especie: *Myrmeciza longipes*

Nombre común: Hormiguero pechiblanco

Descripción: Entre 14.5-15.5 cm. Ambos sexos presentan patas largas de color carne, pico moderadamente largo, ojos rojo oscuro y un estrecho anillo ocular azul. Macho: Rufo brillante por encima; lados de la cabeza, garganta y pecho de color negro bordeados por una lista ocular gris que se extiende desde la frente hacia los lados del cuello. Pecho y abdomen blancos y flancos lavados de canela. Hembra: Castaño rufo por encima con una barra negra subterminal en las cobertoras alares. Frente y lista ocular grises, mejillas negruzcas con las partes inferiores blancas fuertemente lavadas de ocráceo en el pecho y los lados (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Sotobosque de bosques secos o relativamente húmedos, bosques de galería y bosques en estado de sucesión secundaria (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1700 m, desde el E de Córdoba la Serranía de San Jacinto hasta la Guajira y el valle medio del Magdalena. También se encuentra en el E de Norte de Santander y en el N de Arauca (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Todirostrum*

Especie: *Todirostrum cinereum*

Nombre común: Espatulilla común

Descripción: 9.7 cm. Tamaño pequeño, vistoso por la posición levantada de su cola y sus ojos blancuzcos como amarillentos muy claros. Pico negro, largo y achatado. Parte media de los lados de la cabeza y frente negro gradado a gris ahumada, espalda y rabadilla oliva, garganta y abdomen amarillo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en áreas abiertas y bordes de bosque, manglares y ríos. También en matorrales,



pastizales, cultivos, jardines y claros enrastrados en áreas selváticas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Entre 1400-3000 m. Distribuido en toda la Cordillera Central, hacia el S en la Cordillera Occidental y hacia el N en la Cordillera Oriental (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Pitangus*

Especie: *Pitangus sulphuratus*

Nombre común: Bichofué gritón

Descripción: 22 cm. Hombros anchos y cola corta; pico negro robusto. Coronilla negra circundada por amplia banda blanca; parche amarillo oculto en la coronilla; lados de la cabeza negros; pequeña mancha amarilla en la mejilla; resto café por encima, alas y cola con márgenes rufos; garganta blanca; partes inferiores amarillo brillante (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Claros y áreas cultivadas con árboles, especialmente cerca del agua. A veces poco común en zonas selváticas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1500 m. Todo el país excepto W de la Cordillera Occidental (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Megarynchus*

Especie: *Megarynchus pitangua*

Nombre común: Atrapamoscas picudo

Descripción: 23 cm. Pico negro corto. Partes superiores café en contraste con coronilla y lados de la cabeza negros, largas superciliares blancas (no circundan la cabeza); parche naranja dorado oculto en la coronilla; rémiges estrechamente marginadas de rufo; garganta blanca, resto de partes inferiores amarillo brillante (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bordes de selva, claros y hábitats semiabiertos especialmente cerca de agua (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1400 m. NW Chocó S hasta río Juradó; tierras bajas del Caribe hasta Guajira, S por valle del Magdalena hasta Huila; en general E de los Andes (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Myiozetetes*

Especie: *Myiozetetes cayanensis*

Nombre común: Suelda crestinegra

Descripción: 17 cm. Pico negro y corto; dorso café en contraste con coronilla y lados de la cabeza negros. Largas superciliares blancas y parche de plumas naranja dorado oculto en la coronilla. Rémiges marginadas de rufo, garganta blanca y resto de las partes inferiores amarillo brillante (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en bordes de selva, claros y en la mayoría de los hábitats semiabiertos, especialmente cerca del agua; a menudo en áreas residenciales (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <900 m (<1200 m en vertiente E de la Cordillera Oriental). Tierras bajas del Caribe desde el río Sinú E hasta Guajira, todo valle del Magdalena, Norte de Santander (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Tyrannus*

Especie: *Tyrannus melancholicus*

Nombre común: Sirirí común

Descripción: 22 cm de longitud. Cabeza gris con máscara negruzca; parche naranja oculto en la coronilla; espalda oliva grisáceo; alas y cola ligeramente ahorquillada café negruzco; garganta gris pálido; bajas partes inferiores amarillas con



fuerte lavado oliva en el pecho (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Terrenos abiertos o semiabiertos con árboles dispersos, también en áreas residenciales y en claros y orillas de ríos en zonas selváticas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es una de las aves más comunes y conspicuas de terrenos abiertos o semiabiertos con árboles (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Vireonidae

Género: *Hylophilus*

Especie: *Hylophilus flavipes*

Nombre común: Verderón rastrojero

Descripción: 11.4 cm. Pico y patas de color carne; ojos blanquecinos. Verde oliva a oliva pardusco por encima, ligeramente más oscuro en la coronilla; garganta blanquecino opaco; resto amarillento opaco debajo, más pálido en abdomen y con tinte ante en el pecho (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Matorrales áridos y bosques más ligero y seco para bosque húmedo (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1000 m, en el lado E del Golfo de Urabá y valle medio del Sinú, por tierras bajas del Caribe hasta Guajira, parte E de los Andes desde Norte de Santander hasta Meta (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Corvidae

Género: *Cyanocorax*

Especie: *Cyanocorax affinis*

Nombre común: Carriquí pechiblanco

Descripción: Ave muy llamativa por su tamaño (33 cm), colores contrastantes y ojos amarillos. La coronilla, los lados de la cabeza, garganta y alto pecho son negros; posee una mancha encima y debajo del ojo de color azul brillante; la nuca y

partes superiores son de color café-violeta; las alas y la cola son azul oscuro, estos colores contrastan con el blanco de sus partes inferiores y el de la punta de la cola (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Es muy común observarla en grupos hasta de ocho individuos, juntos se desplazan por ramas medias y altas del bosque y roban polluelos de los nidos de otras aves para alimentarse. Se desplaza lentamente entre las ramas de árboles aislados en potreros y por bordes en parches y bosque de galería (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <2200 m en el S de la Costa Pacífica, tierras bajas al N de los Andes hasta Santa Marta, al S en Valle del Cauca hasta Medellín y en el valle del Magdalena hasta el S del Tolima (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Troglodytidae

Género: *Cantorchilus*

Especie: *Cantorchilus leucotis*

Nombre común: Cucarachero común

Descripción: 14 cm. Café rojizo por encima con prominente superciliar blanca; alas y cola barradas de negro; lados de la cabeza blancos estriados de negruzco; garganta blanca; pecho ante gradado a ante canela en abdomen; infracaudales canela intenso uniforme (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Matorrales en bordes de selva; arroyos y claros en regiones secas a húmedas, várzea y manglares; a menudo cerca del agua (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <600 m (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes
Familia: Icteridae
Género: *Chrysomus*
Especie: *Chrysomus icterocephalus*
Nombre común: Turpial cabeciamarillo.

Descripción: 16.5-18 cm. M cuerpo negro con capucha amarilla. H dorsalmente oliva pardo y estriado de color negro; garganta y superciliar de color amarillo (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en pantanos de agua dulce, tierras inundadas y orillas de ríos, especialmente en regiones abiertas. Tierras destinadas a la agricultura como por ejemplo, en campos de arroz abandonados, en donde es particularmente muy activa (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <2600 m (Sabana de Bogotá). Desde bajo valle del Atrato al E hasta la región de Santa Marta, al S hasta el valle medio del Cauca (Valle) y alto Magdalena (hasta el S del Tolima); al E de los Andes al S hasta el Meta y Vichada (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes
Familia: Parulidae
Género: *Basileuterus*
Especie: *Basileuterus rufifrons*
Nombre común: Arañero cabecirufo

Descripción: 13 cm. Encima verde oliva; coronilla y auriculares castaño rufo, separados por larga superciliar blanca; bridas negruzcas bordeadas debajo por área malar blanquecina; por debajo amarillo brillante (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Marañas y matorrales en selva húmeda, monte secundario y cafetales (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Entre 300-2500 m. Cerro Tacarcuna, Serranía Macuira, E Guajira, Serranía de Perijá y las tres Cordilleras (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Ramphocelus*

Especie: *Ramphocelus dimidiatus*

Nombre común: Asoma terciopelo, pico de plata

Descripción: 18 cm. M con mandíbula inferior de color blanco plateado reluciente; cabeza, manto, garganta y pecho rojo marrón intenso, gradado carmesí brillante en baja espalda, rabadilla y bajas partes inferiores; alas y colas negras; tibias y centro del abdomen de color negro. H similar al macho pero más opaca, casi negruzca en garganta y pecho, pero rabadilla y partes inferiores de color rojo, pico de color negro (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Común en claros en matorrales, áreas cultivadas y bordes de bosque (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1500 m. Generalmente al W de la Cordillera Oriental excepto la costa Pacífica. Se encuentra solo en Chocó y valles del Dagua y Anchicayá; al E de los Andes en Norte de Santander (Hilty y Brown, 2001).



Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Saltator*

Especie: *Saltator coerulescens*

Nombre común: Saltador grisáceo

Descripción: 19 cm. Pico negro con una pequeña mancha blanca en la base. Por encima gris opaco con tinte oliva y corta ceja blanca; centro de la garganta blanco, bordado por listas negra. Por debajo gris con tinte anteado en los flancos, abdomen e infracaudales (Hilty y Brown 2001).

Hábitat: Matorrales secos, bordes de bosque y bosques en crecimiento secundario secos a húmedos. Bosques de galería y pastizales enmalezados (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Se encuentra por debajo de 1300 m en la costa Caribe desde río Sinú hasta Guajira y el bajo valle del río Magdalena hasta



Cundinamarca. También en el NE del país en Norte de Santander, Arauca, S del Meta hasta Putumayo y Amazonas (Hilty y Brown 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Saltator*

Especie: *Saltator striatipectus*

Nombre común: Papayero, saltador pio-judío

Descripción: 18-21 cm. Pico negro, aunque algunos con márgenes amarillo naranja en diferentes grados. Dorso y alas verde oliva. Cola y supracaudales grises, ceja blanca y angosta. Lados de la cabeza y garganta grises. Centro de garganta blanca. Abdomen blanco estriado de gris (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Utiliza matorrales secos, bordes de bosque y bosques en crecimiento secundario secos a húmedos. También bosques de galería y pastizales enmalezados (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <2000 m. Rara vez 2700 m. En todo los Andes (Hilty y Brown, 2001).

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Thraupis*

Especie: *Thraupis episcopus*

Nombre común: Azulejo común

Descripción: 16.8 cm. Cabeza, cuello y partes inferiores gris azulado en contraste con alta espalda más oscura y más azul; alas y cola marginadas de azul, hombros azul claro a oscuro (Hilty y Brown, 2001).

Hábitat: Bosques húmedos de tierras bajas en donde comúnmente se le observa en el dosel y en bordes. Plantaciones, matorrales, áreas abiertas con árboles dispersos y sabanas (Hilty y Brown, 2001).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <2600 m. Usualmente <200 m SW de Cauca y Nariño resto de Colombia al W de



los Andes incluido Santa Marta y base E de los Andes en N de Santander y NE de Cauca, E de los Andes en el W de Casanare y Meta, W de Vichada a lo largo del Orinoco, Vaupés y sin duda Guainía; S del Caquetá hasta el Amazonas (Hilty y Brown 2001).

MASTOFAUNA

Orden: Chiroptera

Familia: Emballonuridae

Género: *Peropteryx*

Especie: *Peropteryx macrotis*

Nombre común: Murciélago parecido a un perro menor

Descripción: Es una especie insectívora aérea, la dieta comprende pequeños escarabajos y moscas (Sarmiento, 2010).

Hábitat: Esta especie se encuentra típicamente en bosques caducifolios tropicales, pero se han recolectado individuos de matorrales espinosos semiáridos y bosques siempreverdes. Se encuentra en áreas urbanas.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <500 m. Bosques húmedos y seco tropicales de tierras bajas (Sarmiento, 2010).



Orden: Chiroptera

Familia: Emballonuridae

Género: *Saccopteryx*

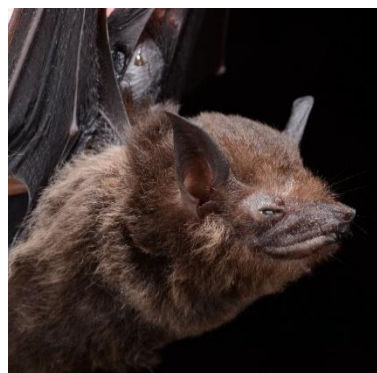
Especie: *Saccopteryx bilineata*

Nombre común: Murciélago de alas de saco mayor

Descripción: Se diferencia de murciélagos similares por su pelaje oscuro con dos líneas claras en la parte dorsal (Sarmiento, 2010).

Hábitat: Son cazadores de insectos que habitan fácilmente en construcciones humanas. Sus colonias se componen regularmente de 15 individuos.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).



Distribución nacional: <500 m. Bosques húmedos y seco tropicales de tierras bajas (Sarmiento, 2010).

Orden: Chiroptera

Familia: Emballonuridae

Género: Saccopteryx

Especie: *Saccopteryx leptura*

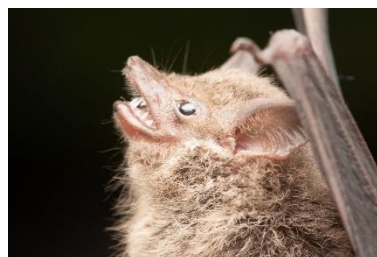
Nombre común: Murciélago de alas de saco menor

Descripción: Externamente es muy similar a *S. bilineata* y comparte con ella las líneas claras dorsales, pero es más pequeña y de coloración más oscura (Sarmiento, 2010).

Hábitat: Caza insectos blandos. Habita en colonias muy pequeñas de 2-3 individuos, aunque se han observado en grupos de nueve murciélagos. Puede anidar en conjunto con otras especies de murciélagos. Prefiere cazar insectos en zonas boscosas.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Habita desde el sur de México hasta el sur este de Brasil. Bosques tropicales, principalmente húmedos. De 0 a 1000 m.



Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: Carollia

Especie: *Carollia brevicauda*

Nombre común: Murciélago sedoso de cola corta

Descripción: 10-16 cm. Su pelaje es suave y aterciopelado, de color pardo o gris oscuro dorsalmente (Sarmiento, 2010).

Hábitat: Se alimenta de una variedad de frutos dependiendo la región y la estacionalidad (Gardner, 2007).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es abundante en las tierras bajas y parece ser más común en áreas perturbadas (Sarmiento, 2010).



Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Carollia*

Especie: *Carollia perspicillata*

Nombre común: Murciélago de cola corta de Seba

Descripción: 12-17 cm. Su pelaje es suave y de color pardo claro dorsalmente.

Hábitat: Se encuentra en sotobosque y túneles. Tolerancia el contacto cercano con los humanos más que otras especies del género. Demuestran una fuerte preferencia por las plantas de la familia Piperaceae, pero también se alimenta de muchas otras familias (García-Herrera *et al.* 2019). También se pueden alimentar de néctar, polen e insectos en temporadas de escasez de frutos.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es abundante en las tierras bajas y parece ser más común en áreas perturbadas (Gardner, 2007).



Orden: Chiroptera

Familia: Emballonuridae

Género: *Glossophaga*

Especie: *Glossophaga longirostris*

Nombre común: Murciélago

Descripción: Su lengua es alargada. Su dorso es marrón oscuro. Los pelos pueden ser bi o tricolor con la base blanca.

Hábitat: Consume néctar de las flores y habita árboles.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Entre 500-3600 m. Bosques tropicales, principalmente húmedos.



Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Phyllostomus*

Especie: *Phyllostomus discolor*

Nombre común: Murciélago lanza pálido



Descripción: El pelaje es marrón parduzco oscuro. La hoja nasal es larga. Las patas son largas y tienen uñas grandes.

Hábitat: Se encuentra en todo tipo de hábitats.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es abundante en las tierras bajas (Gardner, 2007).

Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Artibeus*

Especie: *Artibeus lituratus*

Nombre común: Gran murciélago frugívoro

Descripción: Esta especie se alimenta preferiblemente de frutos, utiliza refugios como grandes hojas, ramas, cuevas, puentes y túneles (Gardner, 2008).

Hábitat: Bosques húmedos y secos, tropicales y subtropicales.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es abundante en las tierras bajas.

Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Artibeus*

Especie: *Artibeus planirostris*

Nombre común: Murciélago frugívoro de cara plana

Descripción: La especie se encuentra en áreas rurales. Es un frugívoro y un buen dispersor de semillas (Gardner, 2008).

Hábitat: Esta especie se encuentra desde el norte de Argentina a través de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Paraguay, Perú, Venezuela y Surinam.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es abundante en las tierras bajas.



Orden: Chiroptera

Familia: Phyllostomidae

Género: *Sturnira*

Especie: *Sturnira giannae*

Nombre común: Murciélago de hombros amarillos

Descripción: El pelaje es de castaño claro. Las orejas son puntiagudas. Presenta hoja nasal. No tiene uropatagio.

Hábitat: Su dieta se basa en frutos e insectos.

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: <1990 m. Bosques húmedos y secos, tropicales y subtropicales.



Orden: Chiroptera

Familia: Molossidae

Género: *Molossus*

Especie: *Molossus*

Nombre común: Moloso

Descripción: El pelaje del dorso es largo y bicolor (2.5 > mm) y de color marrón grisáceo a marrón pálido, de color blanco en la base, sin aspecto escarchado; membrana caudal y alar de color negro; los incisivos superiores son pequeños.

Hábitat: Se encuentra en zonas urbanas. Grandes colonias se encuentran en hojas de palma como refugios (Barquez com. pers.). Se posan en áticos en las islas (Rodríguez Durán com. pers.).

Categoría: Preocupación menor (IUCN, 2022).

Distribución nacional: Es abundante en las tierras bajas y parece ser más común en áreas urbanas.



BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Galvis A. (2013). Lista de los Anfibios de Colombia. V.02.2013.0. www.batrachia.com.
- Acosta-Galvis, A. (2012). Anfibios de los enclaves secos en la ecorregión de La Tatacoa y su área de influencia, alto Magdalena, Colombia. *Biota Colombiana* 13, 182-210.
- Acosta-Galvis, A.R. (2021). Lista de los Anfibios de Colombia, Referencia en línea V.11.2021 (26/06/2021).Página web accesible en [Http://www.batrachia.com](http://www.batrachia.com), Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Adamus, P., Danielson, T.J. y Gonyaw, A. (1991). Indicators for Monitoring Biological Integrity of Inland, Freshwater Wetlands. Washington D.C., U.S.A., Environmental Protection Agency.
- Aguilar, V. (2003). Aguas continentales y diversidad biológica de México, un recuento actual. *Biodiversitas*, 48, 2-16.
- Aizen, M.A., Vázquez, D. y Smith, C. (2002). "Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral", *Revista chilena de historia natural*, vol. 75, Pp. 7997,
- Alberti, M. y Parker, J. (1991). Indices of environmental quality, the search for credible measures. *Environ. Impact Assess. Rev.* 11, 95-101.
- Alford, M.H. (2022, Junio). *Casearia corymbosa* Kunth En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- American Ornithologist Union (AOU) (1998). Check-list of North American birds. Washington D.C., U.S.A., American Ornithologist's Union.
- Andrade, G.I. (1998). Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá. Ecosistemas en peligro de desaparecer. En, E. Guerrero (Ed). Una aproximación a los humedales en Colombia (Pp. 59-72). Editora Guadalupe Ltda., Bogotá.
- Andrade-C, G. (2002). Biodiversidad de las mariposas (Lepidóptera, Rhopalocera) de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 2, 153-172.
- Andrade-C., M. (2002). Monografías Tercer Milenio. En,-Sea SEA, ed. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera, Rhopalocera) de Colombia, vol. 2. Zaragoza.
- Andrade-C., M., Campos-Salazar, L. R., González-Montana, L. A. y Pulido-B., H. W. (2007). Santa María mariposas alas y color. Serie de Guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 2. Bogotá, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Andrade-C., M. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35 (137), 491-507.

- Andrade-C, M. y Gonzalo, M. (2011). Estado de conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción Ciencia Política. Revista de la academia colombiana de ciencias. 35 (137), 491-507.
- Andrade-C., M., Henao-Bañol, E. y Triviño. P. (2013). Técnicas y Procesamiento para la Recolección, Preservación y Montaje de Mariposas en estudios de Biodiversidad y Conservación (Lepidoptera, Hesperioidea-Papilionoidea) Rev. Acad. Colomb. Cienc, 37 (144), 311-325.
- Angulo A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V. y La Marca, E (Eds.) (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de campo #2. Bogotá D.C., Colombia, Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos medianos y grandes de México. Veracruz. México, Primera edición. Ed. Instituto de ecología. A. C.
- Armesto, O., Esteban, J.B. y Torrado, R. (2009). Fauna de anfibios del municipio de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Herpetotropicos 5,57-63.
- Asociación Colombiana de Ornitología (ACO) (2020). Lista de referencia de especies de aves de Colombia-2020.v2.Asociación Colombiana de Ornitología. [Http://doi.org/10.15472/qhsz0Pp](http://doi.org/10.15472/qhsz0Pp).
- Avendaño, J.E., Bohórquez, I.C., Rosselli, L., Arzuza-Buelvas, D., Estela, F.A., Cuervo, A.M. (2017). Lista de chequeo de las aves de Colombia, Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty y Brown. (1986). Ornitología Colombiana, 16.
- Ayarzagüena, J. y Castroviejo, J. (2008). La baba (*Caiman crocodilus*) en la Estación Biológica El Frío (Estado Apure). Llanos del Orinoco, Venezuela. En, J. Castroviejo, J. Ayarzagüena y A. Velasco (eds), Contribución al Conocimiento del Género Caimán de Suramérica, Pp. 181-294. Asoc. Amigos de Doñana, Sevilla, España.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2018). Guía ilustrada de la avifauna Colombiana. Wildlife Conservation Society, Bogotá.
- Aymard, G. (2022, Junio). *Triplaris americana* L. En Bernal, R., S.R. Gradstein y M. Celis (Eds.) Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ballesteros, J., Racero J. y Núñez, M. (2007). Diversidad de murciélagos en cuatro localidades de la zona costanera del departamento de Córdoba,
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. Ecosistemas, 21 (1-2).
- Barba, E. (2004). Valor del hábitat, Distribución de peces en humedales de Tabasco. ECOfronteras, 25, 9-11
- Barbier, E.B. (1997). Valoración económica de los humedales. Guia para decisores y planificadores. Irán, Oficina de la Convención de Ramsar.
- Barrio-Amorós, C.L. (2004). Amphibians of Venezuela Systematic List, Distribution and References, An Update. Review of Ecology in Latin America 9 (3), 1-48.

- Becker, P. H. (2003). Chapter 19, Biomonitoring with birds. En, B.A. Markert, A.M. Breure y H.G. Zechmeister (Eds). *Bioindicators and biomonitors* (Pp. 677-736). Kidlington, Oxford.
- Bellinger, E.G. y Sigee, D.C. (2015). *Freshwater algae, identification and use as bioindicators*. Oxford, U.K., John Wiley y Sons Ltda.
- Beltrán, H. (2012). Evaluación de matorrales y bancos de semillas en invasiones de *Ulex europaeus* con diferente edad de invasión al sur de Bogotá D.C.-Colombia. Trabajo de Maestría en Ciencias Biológicas). Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.
- Berg, C.C. (2022, Junio). *Maclura tinctoria* (L.) Steud. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Bernal, M. H., Paéz, C. A. y Vejarano, M. A. (2005). Composición y distribución de los anfibios de la cuenca del Río Coello (Tolima), Colombia. *Actualidades Biológicas* (Medellin), 27 (82), Pp. 87-92.
- Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de, [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co).
- Berta, A., Sumich, J.L., Kovacs, K.M. (2005). *Marine Mammals, Evolutionary Biology*, second ed. Burlington, MA, Academic Press.
- Blake, J. G. y Mosquera, D. (2014). Camera trapping on and off trails in lowland forest of eastern Ecuador, Does location Matter? *Mastozoología neotropical* 21 (1), 17-26.
- Blanco, D.E. (1999). Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. En A.I. Malvarez (Ed.), *Los humedales como hábitat de aves acuáticas* (Pp. 215-223). Montevideo, Uruguay, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe-ORCYT.
- Bocanegra-González, K.T., Thomas, E., Guillemín, M.L., de Carvalho, D., Gutiérrez, J.P., Caicedo, C.A., Moscoso-Higueta, L.G., Becerra, L.A. y González, M.A. (2018). Genetic diversity of *Ceiba pentandra* in Colombian seasonally dry tropical forest, Implications for conservation and management. *Biological Conservation*, 227, 29-37.
- Bocanegra-González, K.T., Thomas, E., Guillemín, M.L., Alcázar Caicedo, C., Moscoso Higueta, L.G., Gonzalez, M.A. y Carvalho, D.D. (2019). Diversidad y estructura genética de cuatro especies arbóreas clave del Bosque Seco Tropical en Colombia. *Caldasia*, 41 (1), 78-91.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G. y Hoffmann, M. (2013). The conservation status of the world's reptiles. *Biological conservation*, 157, 372-385.
- Bolívar-García, W. y Castro-Herrera, F. (2009). Los anfibios y los reptiles. Páginas 107-115 Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca, C. V. C. Humedales del valle geográfico del río Cauca, génesis, biodiversidad y conservación, Colombia. Cali, Colombia.

- Bolívar-García, W., Giraldo, A. y Mendez, J. (2011). Amphibia, Anura, Strabomantidae, *Pristimantis palmeri* Boulenger, 1912, Distribution extension for the Central Cordillera, Colombia. Check List 7, 9-10.
- Braat, L. C. y De Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda, bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1 (1), 4-15.
- Bracamonte J.C. (2013). Hábitos alimenticios de un ensamble de murciélagos insectívoros aéreos de un bosque montano en las Yungas Argentinas *Chiroptera Neotropical* 19 (1), 1157-1162.
- Bradshaw, A.D. (2002). Introduction and Philosophy. En M.R. Perrow y A.J. Davy (Eds.), *Handbook of Ecological Restoration Vol.1 Principles of Restoration* (Pp. 3-9). Cambridge, U.K., Cambridge University Press.
- Briggs, S.V., Lawler, W.G. y Thornton, S.A. (1997). Relationships between hydrological control of river red gum wetlands and waterbird breeding. *Emu*, 97, 31-42.
- Brigham, R. M., Grindal, S. D., Firman, M. C. y Morissette, J. L. (1997). The influence of structural clutter on activity patterns of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 75, 131-136.
- Briones-Salas, M., Sánchez Vásquez, A., Aquino Mondragón, A., Palacios-Romo, T. M., Martínez Ayón y. d M. (2011). *Estudios del Jaguar en Oaxaca*. Pp 288.
- Brown, K. Jr. y Hutchings, R. W. (1997), Disturbance, fragmentation, and the dynamic of diversity in Amazonian forest butterflies. 91-110. En *Tropical forest remnants, Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. (Lawrence, W.F. y Bierregaard, R. O. eds.) Chicago Press. Chicago.
- Brunet-Rossinni, A.J. y Wilkinson G.S. (2009). Methods for age estimation and the study of senescence in Bats. In *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, 2nd ed. Kunz, T.H., Parsons, S., Eds. Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp 901.
- Buck, L.B. (2004). Olfactory receptors and odor coding in mammals. *Nutrition Reviews* 62, S184-S188.
- Cadena-Marín, E.A. y Cortés, J. (2016). Los humedales y el bienestar humano, Indicadores de pobreza (ficha n°409). Instituto Alexander von Humboldt. [Http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap4/409/](http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2015/cap4/409/).
- Cadena-Moreno, J. y Sánchez-Chavez, I. (2020). Propuesta socioambiental para el uso, manejo y conservación del humedal Sirac U.S.A. Sevilla-Valle del Cauca. [Proyecto de grado, Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/12431/T09283.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Cairns, J. (1987). Disturbed Ecosystems as Opportunities for Research in Restoration Ecology. En W.R. Jordan, M. Gilpin y J. Aber (Eds.), *Restoration Ecology. A Synthetic Approach to Ecological Research* (Pp. 307-320). Cambridge, U.K., Cambridge University Press.
- Calonge, B., Vela-Vargas, I.M. y Pérez-Torres, J. (2010). Dieta y estructura trófica del conjunto de murciélagos frugívoros en una inca con remanentes

- Campbell, J. A. y Lamar, W. W. (2004). Los reptiles venenosos del hemisferio occidental. *International Journal of Toxicology*, 24, 187-188, 2005 Copyrightc American College of Toxicology ISSN, 1091-5818.
- Carpenter, S. y Cottingham, K. (1998). Resilience and Restoration of Lakes. *Conservation Ecology*, 1 (1), 1-12.
- Carvajal-Cogollo J. E. y Urbina-Cardona, J.N. (2008). Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1, 397-416.
- Castaño, J.H. y Corrales, J.D. (2010). Mamíferos de la cuenca del río La miel, Caldas, Diversidad y uso cultural. *Boletín Científico del Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas* 1, 56-78.
- Castaño-Mora, O.V (Ed.) (2002). Libro rojo de reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del medio Ambiente, Conservación Internacional.
- Castellanos, C. (2006). Los ecosistemas de humedales en Colombia. Universidad de Caldas. *Revista Luna Azul*, 1-5.
- Castro-Herrera, F. y Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana* 9 (2), 251-277
- Cerpa, J. M. P. y Flórez, G. R. (2016). Mariposas diurnas de tres fragmentos de bosque seco tropical del alto valle del Magdalena. Tolima-Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1 (28), áginas-57.
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M.Á., Córdoba-Córdoba, S. y Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14 (2), 113-150.
- Cherem, J. J., Kammers, M., Ghizoni-Jr, I. R. y Martins, A. (2007). Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas* 20 (3), 81-96.
- Cisneros, L. M., Fagan, M. E. y Willig, M. R. (2015). Sea-son-specific and guild-specific effects of anthropogenic landscape modification on metacommunity structure of tropical bats. *Journal of Animal Ecology*, 84, 373-385.
- Clare E.L., Fraser E.E., Braid H.E., Fenton B.M., Hebert PP. D.N. (2009). Species on the menu of a generalist predator, the eastern red bat (*Lasiurus borealis*), using a molecular approach to detect arthropod prey. *Molecular Ecology*, 18, 2532-2542.
- Clavijo-Garzón, S., Romero-García, J. A., Enciso-Calle, M. P., Viuche-Lozano, A., Herrán-Medina, J., Vejarano-Delgado M. A. y Bernal, M. H. (2018). Lista actualizada de los anfibios del departamento del Tolima, Colombia. *Biota colombiana*, 19 (2), 64-72.
- Cole, T.C., Hilger, H.H. y Stevens, P. (2016). Angiosperm phylogeny poster-flowering plant systematics. *PeerJ Preprints* 7, e2320v6.

- Collins, S.L., Perino, J.V. y Vankat, J.L. (1982). Woody vegetation and microtopography in the bog meadow association of Cedar Bog, a west central Ohio fen. *American Midland Naturalist*, 108 (2), 245-249.
- Conama (2008). Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), 640 Pp.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda y Wildlife Conservation Society (WCS) (2012). Caracterización de fauna (ranas y aves) y flora en seis humedales del departamento de Risaralda, Informe técnico. CARDER y WCS.
- Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) (2021). Evaluación Regional del Agua (ERA) para el Departamento del Tolima. Fase 1.
- Cortés-Duque, J. y Estupiñán-Suárez, L (Eds.) (2016). Las huellas del agua, propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, Fondo Adaptación.
- Cortés-Gómez, A. M., Llano-Mejía, J. y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* [en línea]. 11 (1-2), 89-106.
- Cortés-Gómez, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A. y Ladle R. J. (2015). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles, a review. *Univ. Sci.* 20 (2), 229-245.
- Courtenay, O. y Maffei, L. (2004). Zorro cangrejero *Cerdocyon thous*. En, Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M. y Macdonald, DW (eds), *Canids, Foxes, Wolves, Jackals and Dogs*. Encuesta de estado y plan de acción para la conservación, págs. 32-38. Grupo de especialistas en cánidos de la UICN/SSC, UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C. y LaRoe, E.T. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. FWS/OBS-79/31.
- Cruz, E. X., Galindo, C. A. y Bernal, M. H. (2016). Dependencia térmica de la salamandra endémica de Colombia *Bolitoglossa ramosi* (Caudata, Plethodontidae). *Iheringia, Sér. Zool*, 106, e2016018.
- Cubiña, A. y Aide, T. M. (2001). "The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture", *Biotropica*, vol. 33, Pp. 260-267,
- Cuentas, D., Borja, R., Lynch, J.D. y Renjifo, J.M. (2002). Anuros del departamento del Atlántico y norte del Bolívar. Universidad del Atlántico y Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA. Barranquilla, Colombia.
- De La Maza R. R. (1987). *Mariposas Mexicanas*. México, Fondo de cultura Económica, 1997. 301 Pp. ISBN 968-16-2316-9.
- De la Rosa, C.L. y Nocke, C.C. (2000). Una guía para los carnívoros de América Central, historia natural, ecología y conservación. Prensa de la Universidad de Texas, Austin, TX, EE. UU.
- De Sá, R.O., Grant, T., Camargo, A., Heyer, W.R., Ponssa, M.L. y Stanley, E. (2014). Systematics of the neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura,

- Leptodactylidae), phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. *South American Journal of Herpetology* 9 (s1), S1-S100.
- De Vries, P. J. (1987). *The butterflies of Costa Rica and their Natural History*. Nueva Jersey, Princeton. 327 Pp.
- Defler, T. R. (2010). *Historia Natural de los Primates Colombianos*. Bogotá, Colombia, Conservación Internacional Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Delprete, P. G. y Cortés-B., R. (2022, Junio). *Randia aculeata* L. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Plan nacional de desarrollo 2018-2022*. Bogotá D.C., Colombia.
- Di Bitetti, M.S., Di Blanco y.E., Pereira, J.A., Paviolo, A. y Pérez, I.J. (2009). La partición del tiempo favorece la coexistencia de zorros cangrejeros (*Cercyon thys*) y zorros de las pampas (*Lycalopex gymnocercus*) simpátricos. *Revista de Mammalogía* 90, 479-490.
- Díaz M.M., Solari S., Gregorin R., Aguirre L.F. y Barquez R.M. (2021). Clave de identificación de los murciélagos Neotropicales, Chave de identificação dos Morcegos Neotropicais. *Publicación Especial N° 4, PCMA, Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina, Tucumán, Argentina*, Pp. 1-207.
- Dirzo, R. young, H. S., Mooney, H. A. y Ceballos, G. (2011). *Introduction*. Pp. x-xiii, in *seasonally dry tropical forests* (R. Dirzo, H. S. Young, H. A. Mooney y G-. Ceballos, Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 408 Pp.
- Dixon, J.R. (1987). *Amphibians and Reptiles of Texas. With Keys, Taxonomic Synopses, Bibliography, and Distribution Maps*. Texas A y M University Press, College Station, College Station, Texas. xii + 434 pp
- Dixon, J.R. (2000). *Amphibians and Reptiles of Texas. With Keys, Taxonomic Synopses, Bibliography, and Distribution Maps. Second edition*. Texas A y M University Press, College Station, College Station, Texas.
- DoNascimento, C., Herrera Collazos E.E. y Maldonado-Ocampo, J.A. (2018), *Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia*. v2.10. Asociación Colombiana de Ictiólogos.
- Donegan, T.M., McMullan, W.M., Quevedo, A. y Salaman, P. (2013). *Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2013*. *Revisión del estatus de las especies de aves que existen o han sido reportadas en Colombia 2013*. *Conservación Colombiana*, 19, 3-10.
- Donegan, T.M., Quevedo, A., Verhelst, J.C., Cortés, O., Pacheco, J.A. y Salaman, P. (2014). *Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2014*. *Revisión del estatus de las especies de aves que existen o han sido reportadas en Colombia 2014*. *Conservación Colombiana*, 21, 3-11.
- Donegan, T.M., Quevedo, A., Verhelst, J.C., Cortés-Herrera, O., Ellery, T. y Salaman, P. (2015). *Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2015*.

- with discussion of BirdLife International's new taxonomy. Revisión del estatus de las especies de aves que han sido reportadas en Colombia 2015, con una discusión de la nueva taxonomía de BirdLife Internacional. *Conservación Colombiana*, 23, 3-48.
- Dorr, L.J. (2022, Junio). *Guazuma ulmifolia* Lam. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Doty, R.L. (1986). Odor-guided behavior in mammals. *Experientia* 42, 257-271.
- DRYFLOR, Banda-R, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K.G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A., y Pennington, R. T. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353 (6306), 1383-1387.
- Duellman, W.E. (2001). *The Hylid Frogs of Middle America*. Sociedad para el Estudio de Anfibios y Reptiles, Ithaca, Nueva York, EE. UU.
- Dueñez-Gómez, F., Muñoz-Guerrero, J. y Ramírez-Pinilla, M.P. (2009). Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena) en la depresión Momposina de la región Caribe colombiana. *Actualidades Biológicas* 26, 161-170.
- Dugan, P. (1992). *Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acción inmediata*. Gland, Suiza, UICN.
- Duré, M.I. y A.I. Kehr. (2004). Influence of microhabitat on the trophic ecology of two leptodactylids from northeastern Argentina. *Herpetologica* 60, 295-303.
- Elmberg, J., Nummi, P., Pöysä, H. y Sjöberg, K. (1994). Relationship between species number, lake size and resource diversity in assemblages of breeding waterfowl. *Journal of Biogeography*, 2, 75-84.
- Ernst, R., Rödel, M.O. y Arjoon, D. (2005). A la vanguardia, la fauna de anuros de la reserva forestal de Mabura Hill, Guyana central. *Salamandra* 41 (4), 179-194.
- Esquivel, H.E. (1997). *Herbarios en los jardines botánicos*. Ibagué, Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Red Nacional de Jardines Botánicos.
- Estrada, A. y Coates-Estrada, R. (2001). Bats in continuous forest, forest fragments and in agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, México. *Biology of Conservation*. 103,237-245.
- Estrada-Guerrero, D.M. y Soler-Tovar, D. (2014). Las aves como bioindicadores de contaminación por metales pesados en humedales. *Ornitología Colombiana*, (14).
- Etter, A., McAlpine, C. y Possingham, H. (2008). A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98, 2-23.
- Fagua, G. (1999). Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la cordillera Oriental (Colombia). *Revista Insectos de Colombia*. 2, 318-363.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 487-515.

- Faña, B. (2000). Evaluación Rápida de la Contaminación Hídrica. Ediciones GHeN. Recuperado de [Http://www.ambiente-ecologico.com/067-02-2000/juannicolasfania67.htm](http://www.ambiente-ecologico.com/067-02-2000/juannicolasfania67.htm).
- FAO y PNUMA (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma.
- Farinha, J.C., Costa, L.T., Zalidis, G., Matzavelas, A., Fitoka, E., Heker, N. y Vives, P. T. (1996). Mediterranean wetland inventory, Hábitat description system. Lisboa, Portugal, MedWet. ICN, Wetlands International, Greek Biotope, EKBV.
- Fernández-Alonso, J.L. (2022, Junio). Ceiba pentandra (L.) Gaertn. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Fiedler, K. (1991). Systematic, evolutionary and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenidae (Insecta, Lepidoptera, Papilionoidea). Bonn. Zool. Monogr. 31, Pp. 210.
- Fischer, J. y Lindenmayer, D. B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation, A synthesis. Global Ecology and Biogeography, 16, 265-280.
- Fisher, B. y Christie, M. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation en PP. Kumar (Ed.), The economics of ecosystems and biodiversity (Pp. 10-40).
- Flórez-Ayala, C., Estupiñán-Suárez, L., Rojas, C., Aponte, M., Quiñones, S., Vilardy, P. y Jaramillo, U. (2015). Colombia y su naturaleza anfibia. El entramado anfibio. En U. Jaramillo, J. Cortés-Duque y C. Flórez (Eds.). Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen I. Bogotá D.C., Colombia, IAvH.
- Fundación Futuro Latinoamericano [FFLA]. (2015). Gobernanza para el manejo de los recursos naturales y las áreas protegidas. Editorial Pupila diseño integral, [Https://www.ffla.net/wp-content/uploads/2021/04/Manual-de-Gobernanza-para-el-manejo-de-los-recursos-naturales-y-areas-protegidas-min.pdf](https://www.ffla.net/wp-content/uploads/2021/04/Manual-de-Gobernanza-para-el-manejo-de-los-recursos-naturales-y-areas-protegidas-min.pdf).
- Galindo-González, J., Guevara, S. y Sosa VJ. (2000). Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology, 14,1693-1703.
- Galvis-Rizo, C., Carvajal-Cogollo, J.E., Arredondo, J.C., Passos, P., López-Victoria, M., Velasco, J.A. y Rojas-Rivera, M.A. (2015). Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C.
- García-González, A., García Padrón, L. Y., Delgado Fernández, F. y Riverón-Giró, F. B. (2014). Anfibios y reptiles asociados a tres especies de bromelias de tanque en el Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. Cuadernos de Investigación UNED (ISSN, 1659-4266). 6 (1), 87-97.
- García-Herrera, L., Ramírez-Francel, L. y Reinoso-Flórez, G. (2015). Mamíferos en relictos de bosque seco tropical del Tolima, Colombia. Mastozoología Neotropical, 22 (1), 11-21.

- García-Herrera, L.V., Ramírez-Fráncel, L.A. y Reinoso-Flórez, G. (2019). Mamíferos del departamento del Tolima, distribución y estado de conservación. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 22 (2), e1100.
- García-Herrera, L.V., Ramírez-Fráncel, L.A., Reinoso-Flórez, G. (2019). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical (Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 10,33-41.
- García-Herrera, L.V., Ramírez-Fráncel, L.A., Losada-Prado, S., Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F.A., Guevara, G. (2020). Functional traits of bats associated with the use of wetlands in Colombian tropical dry forests. *Acta Chiropterologica* 22 (2), 283-294.
- Gardner, A. (Ed.). 2008. *Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago, 669 Pp.
- Gentry, A. H. y Vasquez, R. (1993). *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru), with supplementary notes on herbaceous taxa*. The Chicago University Press.
- Gentry, A. (2009). Bignoniaceae. *Flora de Colombia*, 25, 1-462.
- Gerber, D., Topanotti, L.R., Gorenstein, M.R., Vieira, F.M.C., Stolarski, O.C., Nicoletti, M.F. y Bechara, F.C. (2020). Performance of *Guazuma ulmifolia* Lam. in subtropical forest restoration. *Scientia Forestalis*, 48 (127).
- Gerhardt, H. C. (1994). The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review in Ecology and Systematics* 25,293-324.
- Gillespie, T.W. y Walter, H. (2001). Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*, 28, 651-662.
- Gómez, J.A. y Cadena, M.C. (2017). Validación de las Fórmulas de Evapotranspiración de Referencia (Eto) para Colombia.
- Gómez, J.J., Túnez, J.I., Fracassi, N. y Cassini, M.H. (2014). Idoneidad del hábitat y correlatos antropogénicos de la distribución de la nutria de río neotropical (*Lontra longicaudis*). *Revista de mamalogía* 95, 824-833.
- González-M, R., García, H., Isaacs, P., Cuadros, H., López-Camacho, R., Rodríguez, N., Pérez, K., Mijares, F., Castaño-Naranjo, A. y Jurad, R. (2018). Disentangling the environmental heterogeneity, floristic distinctiveness and current threats of tropical dry forests in Colombia. *Environ-ment Research Letters*, 13, 1-12.
- Gorka, B. (2010). Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de bolintxu, propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión. Obtenido de [Http://www.bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles.pdf](http://www.bilbao.eus/Agenda21/documentos/estudio_comunidad_anfibios_reptiles.pdf).
- Govaerts, R. (2003). How many species of seed plants are there?-a response. *Taxon*, 52 (3), 583-584.
- Gradstein, S.R. (2022, Junio). *Martinella obovata* (Kunth) Bureau y K.Schum. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto

- de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
[Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Green, A.J. y Figuerola, J. (2003). Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales. En M. Paracuellos (Ed.), *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (Pp. 47-60). Almería, España, Instituto de Estudios Almerienses.
- Grobicki, A., Chalmers, C., Jennings, E., Jones, T., Peck, D. (Eds.) (2016). *An introduction to the RAMSAR Convention on Wetlands, 7th edition*. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 110 Pp.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2010). *Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase I, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2013-2015). *Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase II, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016). *Plan de Manejo Ambiental Humedal Toqui-Toqui, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2016). *Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase III, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2017). *Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase IV, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2019). *Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase V, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) (2021). *Planes de Manejo Ambiental Humedales del Tolima Fase VI, Informe técnico*. CORTOLIMA y GIZ, Ibagué.
- Gutiérrez, A. (2014). *Gobernanza ambiental en los municipios de Risaralda. Hacia un modelo de valoración de la gobernanza ambiental local*. [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utPp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3905a485-edfb-4559-b77e-963119e3945c/content>.
- Guzmán-Ruíz, A., Hes, E. y Schwartz K. (2011). Shifting governance modes in wetland management a case study of two wetlands in Bogotá, Colombia. *Environment and Planning C, Government and Policy*, 990-1003.
- Hanson, P., Springer, M. y Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58 (4), 3-37.
- Heather, A. York Natural History Museum and Biodiversity Research Center y Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Kansas, Lawrence, KS 66045 U.S.A. (2008). Observations of frugivory in *Phylloderma stenops* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Caribbean Journal of Science*, 44 (2), 257-260.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid R. W., Hayek, L. C. y Foster, M. S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians*. Washington, D.C., U.S.A., Smithsonian Institution Press.

- Heyer, W. R. (2002). *Leptodactylus fragilis*, the valid name for the Middle American and northern South American white-lipped frog (Amphibia, Leptodactylidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 321-322.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid R.W., Hayek, L.C. y Foster, M.S. (1994). *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians*. Washington, D.C., U.S.A., Smithsonian Institution Press.
- Hilty, S.L. y Brown, W.L. (2001). *Guía de las aves de Colombia*, Edición en español. Cali, Colombia, American bird conservation (ABC).
- Hope, PP. R., Bohmann, K., Gilbert, M.T.P., Zepeda-Mendoza, M., Razgour, O., Jones, G. (2014). Second-generation sequencing and morphological fecal analysis reveal unexpected foraging behaviour by *Myotis nattereri* (Chiroptera, Vespertilionidae) in winter. *Frontiers in Zoology* 11, 2-15.
- House, M. (1990). Water quality indices as indicators of ecosystem change. *Environ.Monit.Assess.*15, 255-263.
- IAVH (1997). *Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana Villa de Leyva*, Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (1997). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima*.
- Isaacs, P. y Urbina-Cardona, N.J. (2011). Anthropogenic disturbance and edge effects on anuran ensembles inhabiting cloud forest fragments in Colombia. *Natureza e Conservação, Brazilian Journal of Nature Conservation* 9,39-46.
- Isler, M.L. e Isler PP. R. (1987). *The Tanagers, natural history, distribution and identification*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- IUCN (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado de [Http://www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Jara-Muñoz, A. (2022b, Junio). *Erythroxylum hondense* Kunth En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ji, Q., Luo, Z.-X., Zhang, X. yuan, C.-X., Xu, L. (2009). Evolutionary development of the middle ear in Mesozoic therian mammals. *Science* 326, 278-281.
- Jørgensen, PP. M., Ulloa Ulloa, C., León, B., León-Yáñez, S., Beck, S.G., Nee, M. y Gradstein, R. (2011). Regional patterns of vascular plant diversity and endemism. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), 192-203.
- Kalko, E. K. y Handley C. O. (2001). Neotropical bats in the Canopy, diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*, vol. 153, Pp. 319-333.
- Keller, R. (2013). *Identification of tropical woody plants in the absence of flowers and fruits, A field guide*. Birkhäuser.

- Kremen, C. (1993). Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological applications* 2 (2), 203-217. SALAZAR, J. A Y L. M.
- Kunz, T., Braun, E., Bauer, D., Lobova, T. y Fleming, H. (2011). Ecosystem service provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, (1223), 1-38.
- Kunz, T.H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223,1-38.
- Kusler, J.A., Mitsch, W.J. y Larson, J.S. (1994). Humedales. *Investigación y Ciencia* 210, 6-13.
- Lamas, G., Callaghan, C.J., Casagrande, M. Mielke, T. H, Pyrez, W, Robbins, R. K. y Viloria, A. L. (2004). *Atalas of Neotropical Lepidoptera-Checklist, part 4 Hesperoidea-Papilionoidea*. Scientific Publications, Florida, Gainesville, Estados Unidos. 439 Pp.
- Lasso, C.A., Gutiérrez, F. de P. y Morales-B., D (Eds.) (2014). X. Humedales interiores de Colombia, identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Bogotá, D.C., Colombia, Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Lecrom, J. F., L. M. Constantino y J. A. Salazar. (2002). *Mariposas de Colombia*. Tomo 1. Familia Papilionidae. Bogotá ,Carlec Ltda., Edición española.
- León-Finalé, G. (2016). Desempeño de vuelo de los frutos de *Triplaris americana* (Polygonacea) según su morfología/Flight performance of *Triplaris americana* (Polygonacea) fruits according to their morphology. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 37, 47-51.
- Lewis, W.M. (1978) Comparison of temporal and spatial variation in the zooplankton of a lake by means of variance components. *Ecology*, 59, 666-671.
- Lewis, W.M. y W. Riehl. (1982). Phytoplankton composition and morphology in Lake Valencia, Venezuela. *International Review of Hydrobiology* 67,297-322.
- Lim, B.K., Loureiro, L.O., Upham, N.S., Brocca, J.L. (2017). Phylogeography of Dominican Republic bats and implications for systematic relationships in the Neotropics. *J. Mammal.* 98, 986-993.
- Lindenmayer, D.B. (1999). Future directions for biodiversity conservation in managed forests, indicator species, impact studies and monitoring programs. *Forest Ecology and Management*, 115 (2-3), 277-287.
- Lindig-Cisneros, R. y Zedler, J.B. (2005). La restauración de humedales. En O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, Portales, Valdez y Danae Azuara (Eds.), *Temas sobre restauración ecológica* (Pp. 256). México D.F., México, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).
- Link, A., De Luna, A.G. y Burbano, J. (2013). Estado de conservación de uno de los primates más amenazados con la extinción, el mono araña café (*Ateles hybridus*). En, Defler, TR, PR Stevenson, ML Bueno y D. Guzman (ed.), *Primates Colombianos en peligro de extinción.*, págs. 87-117. Asociación Primatológica colombiana., Bogotá.

- Link, A., Mittermeier, R. A. y Urbani, B. (2019). *Aotus griseimembra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019, e.T1807A17922228.
- Llano-Mejía, J., Cortés-Gómez, A.M. y Castro-Herrera, F. (2010). Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11, 89-106.
- Llano-Mejía, J. (2012). Ensamblaje de anfibios y reptiles en fragmentos de bosque seco tropical y una pastura natural con baja densidad de árboles en el departamento del Tolima. Tesis de pregrado. Universidad del Tolima.
- Ospina-López, L. y Reinoso-Flórez, G. (2009). Mariposas diurnas (Lepidoptera, Papilionoidea y Hesperioidea) del jardín botánico Alejandro von Humboldt de la Universidad del Tolima (Ibagué Colombia). *Tumbaga*, 1 (4), 135-148.
- López-Forment, W., Schmidt, W. y Greenhall, A.M. (1971). Movement and populational studies of the vampire bat (*Desmodus rotundus*) in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 52, 227-228.
- López-Higareda, D. (2006). Mastofauna del bosque mesófilo de montaña de Tenango (Municipio de Tenango de Doria, Hidalgo). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Lopretto, E. y Tell, G. (1995). Ecosistemas de aguas continentales. Argentina, Ediciones Sur. 1401 Pp.
- Losada-Prado, S. y Molina-Martínez y. (2011). Avifauna del Bosque Seco Tropical en el departamento del Tolima (Colombia), análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33 (1), 271-294.
- Lynch, J.D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas*. Volumen XXXVI, Número 140.
- Maas, B., Karp, D.S., Bumrungsri, S., Darras, K., Gonthier, D., Huang, J.C.C., Lindell, C.A., Maine, J.J., Mestre, L., Michel, N.L., Morrison, E.B., Perfecto, I., Philpott, S.M., Şekercioğlu, Ç.H., Silva, R.M., Taylor, P.P. J., Tschamtker, T., Van Bael, S.A., Whelan C.J. Williams Guillén, K. (2015). Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry landscapes. *Biological Reviews* 91, 1081-101.
- Maass, J.M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G.C., Mooney, H.A., Ehrlich, P., Quesada, M., Miranda, A., Jaramillo, V.J., García-Oliva, F., Martínez-Yrizar, A., Cotler, H., López-Blanco, J., Pérez-Jiménez, A., Búrquez, A., Tinoco, C., Ceballos, G., Barraza, L., Ayala, R. y Sarukhán, J. (2005). Ecosystem services of tropical dry forests, insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and society*, 10 (1).
- Macdonald, D.W. (2009). *The Encyclopedia of Mammals*. Oxford, Oxford University Press.
- Machado, T.A. (1989). Distribución ecológica e identificación de los coleópteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Medellín (Proyecto de investigación). Universidad de Antioquia. Facultad de ciencias exactas y naturales.

- Magallon, S., Crane, P.P. R. y Herendeen, P.P. S. (1999). Phylogenetic pattern, diversity, and diversification of eudicots. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 86 (2), 297-372.
- Maldonado-Ocampo, J.A., Ortega-Lara, A., Usma, J.S., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., Prada-Pedrerós, S., et al.,. (2005). *Peces de los Andes de Colombia* 1a Edición. Bogotá D.C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Mamaskato, F. (2008). Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca hidrográfica de los ríos Sambingo-Hato Viejo, municipios de Bolívar. Mercaderes y Florencia, Departamento del Cauca. Recuperado de [Http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Prospectiva.pdf](http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Prospectiva.pdf).
- Manchado, M. y Peña, G. (2000). Estructura numérica de la comunidad de aves del orden Passeriformes en dos bosques con diferentes grados de intervención antrópica en los corregimientos de Salero y San Francisco de Icho (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica del Chocó, Chocó.
- Marín, D., Ramírez-Chaves, H. y Suárez-Castro A. (2012). Revisión craneo-dentaria de *Procyon* (Carnivora, Procyonidae) en Colombia y Ecuador, con notas sobre su taxonomía y distribución. *Mastozoología Neotropical* 19 (2), 259-270.
- McCafferty, W.P. (1981). *Aquatic entomology, the fisherman's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives*. Boston, U.S.A., Science Book International.
- McCracken, G.F., Westbrook, J.K., Brown, V.A., Eldridge, M., Federico, P., Kunz, T.H. (2012). Bats Track and Exploit Changes in Insect Pest Populations. *PLOS ONE* 7, e43839.
- McInnes, R. J. (2013). Recognizing ecosystem services from wetlands of international importance, an example from Sussex, UK. *Wetlands*, 33 (6), 1001-1017.
- McMullan, M., Quevedo, A. y Donegan, T.M. (2010). *Guía de campo de las aves de Colombia*. Bogotá, Colombia, Fundación ProAves.
- Medellín, R. (2000). Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14 (6), 1666-1675.
- Medina-Rangel, G.F. (2007). Caracterización de la herpetofauna del complejo de ciénagas de Zapatosa, municipios del Paso y Chimichagua, departamento del Cesar. En J. O. Rangel-Ch., editor. Informe final de del estudio de inventario de fauna y flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental para la formulación del plan de manejo y ordenamiento ambiental del complejo de ciénaga de Zapatosa, departamento del Cesar. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR Corporación Autónoma Regional del Cesar, Bogotá D.C. (Documento inédito).
- Melathopoulos, A.P., Cutler, G.C., Tyedmers, P. (2015). Where is the value in valuing pollination ecosystem services to agriculture? *Ecological Economics* 109, 59-70.
- Méndez-Narváez, J. (2014). Diversidad de anfibios y reptiles en hábitats altoandinos y paramunos de la cuenca del río Fúquene, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de [Http://www.redalyc.org/pdf/491/49140738006.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/491/49140738006.pdf).

- Mendoza-C., H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21 (1), 70-94.
- Merrit, R.W. y Cummins, K.W (Eds.) (2008). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. U.S.A., Kendall/Hunt Publishing Company.
- Metcalf, y Heddy Inc. (1991). *Wastewater Engineering. Collection and pumping of wastewater*. Nueva York, U.S.A., G. Tchobanobloous Ed MacGraw-Hill, Inc.
- Michel-Vargas, A.M., Sejas-Lazarte, W.A., Linera-Canedo, C.D.R., et al. (2019). Evaluación del uso de indicadores de biodiversidad en los estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA) de los sectores más importantes de Bolivia. *Acta Nova* 9 (2), 204-235.
- Middleton, B. (1999). *Wetland Restoration, Flood Pulsing and Disturbance Dynamics*. Nueva York, U.S.A., John Wiley and Sons.
- Milesi, F.A., Marone, L., Lopez de Casenave, L., Cueto, V.R. y Mezquida, E.T. (2002). Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente, un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte Central, Argentina. *Ecología Austral*, 12 (2), 149-161.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being, Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Miller, J.S. (2022, Junio). *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Ministerio de Agricultura (s.f.). Agronet. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de [Http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx](http://www.agronet.gov.co/Paginas/default.aspx)
- Ministerio de Agricultura. (1978) Decreto 154, "Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974, De las aguas no marítimas y parcialmente la Ley 23 de 1973". Bogotá.
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible". Bogotá, 654 pág.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2004). Resolución 865 del 2004. Bogotá, Colombia, MAVDT.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2006). Resolución 196 de 01 de Febrero de 2006. "Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia". Bogotá, 31 pág.
- Ministerio del Medio Ambiente [MMA]. (2002). *Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia, Estrategia para su Conservación y Uso Sostenible*. En W. Mitsch y G. Gosselink. *Wetlands* (Pp. 582). N.Y., U.S.A., John Willey y Sons Inc.
- Ministerio del Medio Ambiente-Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt [MMA]. (1999). *Humedales Interiores de Colombia, Bases Técnicas para su Conservación y Uso Sostenible*.

- Mitsch, W. J. y Gossilink, J. G. (2000). The value of wetlands, Importance of scale and landscape setting. *Ecological Economics*, 35 (1), 25-33.
- Mitsch, W. J., Gosselink J. G. (eds.) (2015). *Wetlands*, 5th edition. J. Wiley y H. Sons, New Jersey, 456 Pp.
- Molina-Martínez, Y.G. (2002). Composición y estructura trófica de la comunidad aviaria de la Reserva Natural los Yalcones (San Agustín-Huila) y su posible relación con la vegetación arbórea y arbustiva (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- Montilla, S. O., Mopán-Chilito, A.M., Sierra Murcia, L.N., Mahecha Triana, J.D., Caro Ruiz, O. M., Montoya-Cepeda, J., Gutierrez-Barreto, D.A., Holguín-Vivas, J. A., Agámez, C.J., Pérez-Grisales, L. J., Cruz-Moncada, M., Corredor-Durango, N.J., Chaves Díaz, E.A., Cardona-Cardona, A.H., Franco-Pérez, E., Rivera-Ospina, A.M. y Link, A. (2021). Activity Patterns, Diet and Home Range of Night Monkeys (*Aotus griseimembra* and *Aotus lemurinus*) in Tropical Lowland and Mountain Forests of Central Colombia. *Revista Internacional de Primatología*. (2021). *International Journal of Primatology*, 42,130-153.
- Morales, J.F. (2022, Junio). *Stemmadenia grandiflora* (Jacq.) Miers En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Morales-Jiménez, A. L. y de la Torre, S. (2008). *Aotus lemurinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008, eT1808A7651803.
- Muñoz-Quesada, F. (2004). El Orden Trichoptera (Insecta) en Colombia, II, inmaduros y adultos, consideraciones generales. Pp. 319-349. En, Fernández, F., M. Andrade-C. y G. Amat, (Eds.). *Insectos de Colombia*. Vol III. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia-Instituto Humboldt (Colombia).
- Murillo-A., J. (2022b, Junio). *Dalechampia karsteniana* Pax y K.Hoffm. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Murphy, P.G. y Lugo, A.E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67-88.
- Murphy, P.G. y Lugo, A.E. (1995). Dry forests of Central America and the Caribbean. En, Bullock S.H., Mooney H.A. y Medina E. (Eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*, vol. 85. Cambridge, Cambridge University Press. Pp. 9-34.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 (6772), 853-858.
- Naranjo, L.G. (1997). Humedales de Colombia. Ecosistemas amenazados. En C. López-Perilla (Ed.), *Sabanas, vegas y palmares. El uso del agua en la Orinoquia colombiana*. Bogotá D.C., Colombia, Universidad Javeriana-CIPAV.
- Naranjo, L.G. y Espinel, J.D.A (Eds.) (2009). Plan nacional de las especies migratorias, diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible

- de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Bogotá D.C., Colombia, Ministerio del Medio Ambiente [MMA]-WWF Colombia.
- Naranjo, L.G., Amaya, J.D., Eusse-González, D. y Cifuentes-Sarmiento y (Eds.) (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves. Vol.1. Bogotá, D.C., Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-WWF Colombia.
- Naranjo, M.E, Rengifo, C., Soriano, P.J. (2003). Efecto de la ingestión por murciélagos y aves sobre la germinación de semillas de *Stenocereus griseus* y *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). *Revista de Ecología Tropical* 19, 19-25.
- Navarrete, D. y Ortega, J. (2011). *Tamandua mexicana* (Pilosa, Myrmecophagidae). *Mammalian species* 43 (874), 56-63.
- Needham, J.G. y Needham, P. R. (1991). Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Barcelona, España, Reverté.
- Nelson, J. (2006). *Fishes of the World*. New Jersey, U.S.A., John Wiley y Sons, Inc.
- Noback, C.R. (1951). Morphology and phylogeny of hair. *Annals of the New York Academy of Sciences* 53, 476-492.
- North American Banding Council (NABC) (2003). Manual para anillar Passeriformes y cuasi-Passeriformes del anillador de Norteamérica (excluyendo colibríes y búhos). The North American Banding Council, point Reyes station, California.
- Obando, S. (2022, Junio). *Melicoccus bijugatus* Jacq. En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasyliquenes.unal.edu.co](http://catalogoplantasyliquenes.unal.edu.co)
- Ocampo-Peñuela, N. (2010). El fenómeno de la migración en aves, una mirada desde la Orinoquia. *Orinoquia*, 14 (2), 188-200.
- Oftedal, O.T. (2002). The mammary gland and its origin during synapsid evolution. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 7, 225-252.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Editorial FAO, <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006). Evapotranspiración del Cultivo, Guías para la Determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos. R.G. Allen, L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith (Eds.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.
- Osorio-Huamaní, B.C. (2014). Inventario de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del "Humedal Laguna el Oconal" del Distrito de Villa Rica. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María.
- Pacheco-Vargas, G.F., Sánchez-Guzmán, J.N. y Losada-Prado, S. (2018). Caracterización de la comunidad de aves asociada a los humedales de zonas bajas del departamento del Tolima, Colombia. *Biota*, 19 (1), 190-201.

- Packard, G. C., Tracy, C. R. y Roth, J. J. (1977). The physiological ecology of reptilian eggs and embryos and the evolution of viviparity within the Class Reptilia. *Biological Reviews*, 52 (1), 71-105.
- Páez, V., Bock, B.J., Estrada, J., Ortega, A.M., Daza, J.M. y Gutiérrez, P. (2002). Guía de Campo de Algunas Especies de Anfibios y Reptiles de Antioquia. Editorial Multimpresos, Medellín, Colombia.
- Palmer, M. (1962). Algae in water supplies. U.S. Dept. of Health, Education and Welfare. Supt. Documents, Washington, D.C. 88 Pp.
- Paredes, C., Iannaccone, J. y Alvarino, L. (2007). Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*, 1 (1), 21-30.
- Parra, J.L. (2014) Uso de la biota acuática en la identificación, caracterización y establecimiento de límites en humedales interiores, Aves. En C.A. Lasso, F. Gutiérrez y B.D. Morales (Eds.), X. Humedales interiores de Colombia, identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos (Pp. 150-155). Bogotá, D.C., Colombia, Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Paternina-H., A., Carvajal-Cogollo, J.E. y Medina-Rangel, G.F. (2013). Anfibios de las ciénagas del departamento del Cesar. Páginas 499-509 en J. O. Rangel-Ch., editor. Colombia Diversidad Biótica XIII, Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia-CORPOCESAR.
- Patiño-Guío, M.F. (2014). Análisis comparativo del componente fauna entre los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental en proyectos de explotación de hidrocarburos en Colombia y Perú. Tesis, Especialista en planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales, Universidad Militar Nueva Granada. Bogota Colombia. 22 págs.
- Patterson, B.D. y Costa, PP. L. (2012). Bones, Clones, and Biomes. The History and Geography of Recent Neotropical Mammals. Published by University of Chicago Press.
- Patterson, B.D. (2016). Mammals everywhere. Pp. 424-429 in *Encyclopedia of Evolutionary Biology*, Vol. 2 (R. M. Kliman, Ed.). Academic Press, Oxford.
- Pavlis, N.K., Holmes, S.A., Kenyon, S.C. y Factor, J.K. (2012). The development and evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*. 117 (B4), 1-38.
- Pedroza-Banda, R. y Angarita-Sierra, T. (2011). Herpetofauna de los humedales La Bolsa y Charco de Oro, Andalucía, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 35, 243-260.
- Pennington, T.D. (2016). Systematic treatment of American *Trichilia* (Meliaceae). *Phytotaxa*, 259 (1), 18-162.
- Perdomo, G. y Gómez, M. (2000). Estatuto de aguas para el área de jurisdicción de la corporación autónoma regional del Tolima. Ibagué, Colombia, CORTOLIMA.

- Pizano, C. y García, H. (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia Bogota, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Pizano, C., González-M, R., González, M.F., Castro-Lima, F., López, R., Rodríguez, N., Idárraga-Piedrahíta, A., Vargas, W., Vergara-Varela, H., Castaño-Naranjo, A., Devia, W., Rojas, A., Cuadros, H. y Toro, J. L. (2014). Las Plantas de los Bosques Secos de Colombia. En C. Pizano y H. García (Eds.), El bosque seco tropical en Colombia (Pp. 50-94). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Pointier, J.P. Yong, M. y Gutiérrez, A. (2005). Guide to the Freshwater molluscs of Cuba. ConchBooks. ISBN 3-925919-75-9. 119 Pp.
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. y Wells, K. D. (2004). Herpetology. Third edition. Pearson Prentice Hall, United States of America.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R. y Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de las aguas. En E. Domínguez y H.R. Fernández (Ed.), Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología (Pp. 631-51). Tucumán, Argentina, Fundación Miguel Lillo.
- Prescott, E.G. (1973). Contributions towards a Monograph of the genus *Euglena*. Guttingen, 168Pp.
- Price, S.J., Eskew, E.A. y Dorcas, M.E. (2011). Mid-Project Progress Report, Amphibians and Reptiles as Integrative Ecological Indicators of Anthropogenic Disturbance in Riparian Wetland Habitats of the Broad River, South Carolina, Herpetology Lab, Department of Biology, Davidson College.
- Prieto-torres, D., Rojas-Soto, A., Santiago-Alarcón, O. R., Bonaccorso, D. E. y Navarro-sigüenza, A. G. (2019). Diversity, endemism, species turnover and relationships among avifauna of neotropical seasonally dry forests. *Ardeola*, 66, 257–277.
- Quesnelle, PP. E., Fahrig, L. y Lindsay, K.E. (2013). Effects of habitat loss, habitat configuration and matrix composition on declining wetland species. *Biological Conservation*, 160, 200-208.
- Quiroga, R. (2007). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible, avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Series manuales. Naciones Unidas, CEPAL, Santiago de Chile.
- Racey, PP. A. (2009). Reproductive Assessment of Bats. In Kunz T.H. Parsons S. (Eds), *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*, 2nd Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, U.S.A., Pp. 901.
- Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E. y Desante, D.F. (1993). Handbook of field methods for monitoring landbirds. Albany, California, U.S.A., Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., De Sante, D.F. y Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General technical report. Albany, California, U.S.A., Pacific Southwest Research Station, Forest service, U.S. Department of agriculture.

- Ralph, C.J., Widdowson, M., Widdowson, B., O'donnell, B. y Frey, R.I. (2008). Tortuguero bird monitoring station protocol for the Tortuguero integrated bird monitoring program. Arcata, California, U.S.A., U.S. Forest Service, Redwood Sciences Laboratory.
- Ramírez, A. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47 (2), 221-226.
- Ramírez, A. y Viña, G. (1998). *Limnología Colombiana, aportes a su conocimiento y estadística de análisis*. Bogotá. Fundación universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. ISBN 958-9029-06-X.
- Ramírez-Chaves, H.E., Suárez-Castro, A.F., Morales-Martínez, D.M., et al. 2021. Mamíferos de Colombia. v1.12. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Conjunto de datos/lista de verificación. <https://dx.doi.org/10.15472/kl1whs>.
- Ramírez-Fráncel, L., García-Herrera, L., Reinoso-Flórez, G. (2015). Nuevo registro del murciélago pálido *Phylloderma stenops* (Phyllostomidae), en el valle alto del río Magdalena, Colombia. *Mastozoología Neotropical*. 22 (1), 97-102.
- Ramírez-Fráncel, L.A., García-Herrera, L.V. y Reinoso-Flórez, G. (2018). First record of *Platyrrhinus albericoi* Velazco, 2005 (Chiroptera, Phyllostomidae) in the eastern slope of the Central Andes of Colombia. *Check List* 14 (6), 1161-1167.
- Ramírez-Fráncel, L.A., García-Herrera, L.V., Reinoso-Flórez, G. (2020). Using MaxEnt modeling to predict the potential distribution of *Platyrrhinus ismaeli* (Phyllostomidae). *Therya*, 11 (2), 203-212.
- Ramírez-Fráncel, L.A. García-Herrera, L.V. Losada-Prado, S. Reinoso-Flórez, G. Lim, B.K. Sánchez, F. Sánchez-Hernández, A. Guevara, G. (2021). Skull Morphology, Bite Force, and Diet in Insectivorous Bats from Tropical Dry Forests in Colombia. *Biology*, 10, 1012.
- Ramírez-Fráncel, L.A. García-Herrera, L.V. Losada-Prado, S. Reinoso-Flórez, G. Sánchez-Hernández, A. Estrada-Villegas, S. Lim, B.K. y Guevara, G. (2022). Bats and their vital ecosystem services, a global review. *Integrative Zoology*, 1-22.
- Ramos-Pereira, M. J., R., Marques, J. T., Santana, J., Santos, C. D., Valsecchi, J., De Queiroz H. L., Beja, P., Palmeirim J. M. (2009). Structuring of Amazonian bat assemblages, the roles of flooding patterns and floodwater nutrient load. *Journal of Animal Ecology*, 78, 1163-1171.
- Ramsar (1971). Convención sobre los Humedales. Resolución VIII.16.8va.Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes,-Agua Vida y Cultura. Valencia, España.
- Ramsar (2000). Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la lista de humedales de importancia internacional.
- Ramsar (2002). Compendio del inventario de humedales. CRQ.
- Ramsar (2015). Importancia de los humedales. Recuperado de [Http://www.RAMSAR.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales](http://www.RAMSAR.org/es/acerca-de/la-importancia-de-los-humedales).
- Rangel-Ch, O. (2005). Recuperación de la Vegetación Relictual de Áreas Prioritarias de la Zona de Vida de Bosque de Vida Bs-T, en el Departamento de Córdoba.

- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS), Universidad Nacional de Colombia.
- Rangel-Ch, O. (2015). La biodiversidad de Colombia, significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39 (151), 176-200.
- Reinoso-Flórez, G., Villa-Navarro, F., Losada-Prado, S., Gracia-Melo, J. y Vejarano, M. (2010). Biodiversidad Faunística de los Humedales del Departamento del Tolima. Universidad del Tolima.
- Remsen, J.V., Areta, J.I., Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F. y Zimmer, K.J. Versión 2022. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union.
- Renjifo, L.M., Franco-Maya, A.M., Amaya-Espinel, J.D., Kattan, G.H. y Lopez-Lanús, B. (2002). Libro rojo de aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.
- Renjifo, L.M., Gómez, M.F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A.M., Kattan, G.H., Amaya-Espinel, J.D. y Burbano-Girón, J. (2014). Libro rojo de las aves de Colombia Volumen 1, bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Bogotá D.C., Colombia, Pontificia Universidad Javeriana e Instituto von Humboldt.
- Restall, R., Rodner, C. y Lentino, M. (2006). *Birds of Northern South America, an identification guide, Vol.2. Plates and maps*. Yale University Press, New Haven and London, Londres.
- Restrepo, C. y Naranjo, L. (1987). Recuento histórico de la disminución de humedales y la desaparición de la avifauna acuática en el Valle del Cauca, Colombia. En H. Álvarez, G. Kattan y C. Murcia (Eds.). *Memorias III. Cali, Colombia, Congreso de Ornitología Neotropical*.
- Rheingantz, M.L., Menezes, J.F.S. y Thoisy, B. (2014). Definición de la distribución, prioridades de conservación y fronteras ecológicas de la nutria neotropical *Lontra longicaudis*. *Ciencias de la Conservación Tropical*. 7, 214-229.
- Rheingantz, M.L., Trinca, C.S. (2015). *Lontra longicaudis*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2015, e. T12304A21937379.
- Rheingantz, M.L., Santiago-Plata, V.M., Trinca, C.S. (2017). La nutria neotropical *Lontra longicaudis*, una actualización completa sobre el conocimiento actual y el estado de conservación de este carnívoro semiacuático. *Revisión de mamíferos*. 47, 291-305.
- Ricaurte, L., Patiño, J., Arias, G., Acevedo, O., Restrepo, D., Jaramillo-Villa, U., Flórez-Ayala, C., Estupiñán-Suárez, L., et al. (2015). La pluralidad del agua, tipos de humedales de Colombia-Sistema de clasificación de humedales. En U. Jaramillo, J. Cortés y C. Flórez (Eds.), *Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen 1* (Pp. 140). Bogotá D.C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.
- Ricklefs, R.E. (2012). Naturalists, Natural History, and the Nature of Biological Diversity. *The American Naturalist*, 179 (4), 423-435.

- Rocková, H. y Roček, Z. (2005) Development of the pelvis and posterior part of the vertebral column in the Anura. *J Anat* 206 (1), 17-35.
- Roda, J., Franco, A.M., Baptiste, M.P., Mónera, C. y Gómez, D.M. (2003). Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de Identificación CITES de Colombia. Bogotá D.C., Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Rodríguez, J.M., Camargo, J.C., Niño, J., Pineda, A.M., Arias, L.M., Echeverry, M.A. y Miranda, C.L. (2009). Valoración de la biodiversidad en la ecorregión del eje cafetero. CIEBREG, Pereira.
- Rojas-Ríos, J.A., Cortés-Gómez, A.M., Urbina-Cardona J.N. y Gómez-Martínez. J.M. (2011). Herpetofauna asociada a sistemas ganaderos en bosque seco tropical. *Revista Agroforesteria Neotropical* 1,78.
- Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Colombia, Fondo para la Protección del Medio Ambiente "José Celestino Mutis"-FEN COLOMBIA-Fondo colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas"-COLCIENCIAS-Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, Uso del método BMWP/Col. Medellín, Colombia, Editorial Universidad de Antioquia. 170 Pp. ISBN 958-655-671-8.
- Roldán, G. y Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical 2ª Edición. Medellín, Colombia, Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero-Martínez, H. J. y Lynch, J. D. (2010). Anfibios de los humedales del departamento de Córdoba. Páginas 349-360 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia Diversidad Biótica IX, Ciénagas de Córdoba, Biodiversidad, Ecología y Manejo Ambiental. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
- Romero-Martínez, H.J. y Lynch, J.D. (2012). Anfibios de la región Caribe. Páginas 677-701 en J.O. Rangel-Ch., editor. Colombia, Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia. Bogotá D.C., Colombia.
- Rosemberg, D.M. y Resh, V.H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York, U.S.A., Chapman y Hill.
- Rosselli, L. y Stiles, F.G. (2012). Local and landscape environmental factors are important for the conservation of endangered wetland birds in a high Andean plateau. *Waterbirds*, 35, 453-469.
- Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D. y Amézquita, A. (2004). Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Rueda-Almonacid, J.V., Velásquez, A.A., Galvis, P.P. A. y Gualdrón, J. (2008). Anfibios. Páginas 169-192 en J.V. Rodríguez-Mahecha, J.V. Rueda-Almonacid y T.D. Gutiérrez, (Eds.). Guía ilustrada de fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo No 7. Conservación

- Internacional-Colombia. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá D.C. Colombia.
- Ruíz, E. (2002). Métodos para el estudio de las características físico-químicas del agua. Manual de Métodos en Limnología. Bogotá, Colombia, Asociación Colombiana de Limnología, Pen Clips Publicidad y Diseño.
- Ruiz, L.K., Gradstein, S.R. y Bernal, R. (2022, Junio). *Machaerium capote* Dugand En Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M (Eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co](http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co)
- Salazar-Suaza, D. y Quijano Abril, M.A. (2020). Análisis multitemporal y caracterización de la vegetación hidrófita y heliófita de un cinturón de humedales urbanos en el altiplano del Oriente antioqueño. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 639-651.
- Samper, C. (2000). Ecosistemas Naturales, Restauración Ecológica e Investigación. Bogotá, Colombia, Ed Banco de Occidente.
- Samper, D. (1999) Colombia Caminos del agua. Bogotá, Colombia, Ed Banco de Occidente.
- Sánchez, C., Botello, F., Flores, J., Gómez, R., Gutiérrez, L. y Rodríguez, A. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (1), 496-504.
- Sánchez, F., Sánchez-Palomino, P., Cadena, A. (2004). Inventario de mamíferos en un bosque de los Andes Centrales de Colombia. *Caldasia*, 26 (1), 291-309.
- Sánchez, H. (1998). Generalidades respecto a la convención RAMSAR. En E. Guerrero (Ed.), Una aproximación a los humedales en Colombia (Pp. 24-30) Colombia, FEN.
- Sarmiento, C. (2016). Presentación. En J. Cortés-Duque y L.M. Estupiñán-Suárez (Eds.), Las huellas del agua. Propuesta metodológica para identificar y comprender el límite de los humedales de Colombia (Pp. 340). Bogotá D.C., Colombia, Fondo Adaptación-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sarmiento, C. E (Ed.) (2010). Fauna de la Región de Campo Capote (Puerto Parra, Santander). Serie Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 6. Instituto de Ciencias Naturales de Colombia-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 146 Pp.
- Sarmiento, G. (1975). The Dry Plant Formations of South America and Their Floristic Connections. *Journal of Biogeography*, 2 (4), 233-251.
- Schipper, J., Chanson, J.S. y Chiozza, F., et al.,. (2008). The status of the world's land and marine mammals, Diversity, threat and knowledge. *Science* 322, 225-230.
- Scott, D.A. y Carbonell, M. (1986). Inventario de humedales de la Región Neotropical. Slimbirdge, UK. Bogotá D.C., Colombia, IWRB. Sección de Piscicultura, Pesca y Caza.
- Scott, D.A. y Jones, T.A. (1995). Classification and Inventory of Wetlands. A Global Overview. *Vegetation*, 118 (6), 3-1.

- Secretaría de la Convención de Ramsar (2010). Aptitudes de participación, Establecimiento y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2013). Manual de la Convención de RAMSAR, Guía a la Convención sobre los Humedales (RAMSAR, Irán, 1971), 6a.edición.Gland, Suiza, Secretaría de la Convención de Ramsar.
- Segalla, M. V., Martins, M., Baêta, D. y Von Muller Berneck, B. (2016). Herpetologia Brasileira. Revista Herpetologia Brasileira, 5 (2), Pp. 34-46.
- Segnini, S., Correa, I. y Chacón, M. (2009). Tema 14.Evaluación de la calidad del agua de ríos en los andes venezolanos U.S.A.ndo el índice biótico BMWPP. ENFOQUES Y TEMÁTICAS EN ENTOMOLOGÍA, 217.
- SERI Society for Ecological Restoration International Science y Policy Working Group (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration.www.ser.org y Tucson, Society for Ecological Restoration International.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC) (1976). Geología de la Plancha 226 Líbano. Escala 1,100.000. Producto. Versión año 1976.
- Shepard, D. (1968). A Two-Dimensional Interpolation Function for Irregularly-Spaced Data. Proceedings of the 1968 23rd ACM National Conference On-, 517-524.
- SiB Colombia (2022). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Disponible en, [Http://www.sibcolombia.net](http://www.sibcolombia.net).
- Sikes, R. S., Gannon, W. L. y the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research y education. Journal of Mammalogy, 97, 663-688.
- Simpson, M. (2019). Plant systematics. Academic press.
- Stevens, P. (2017, Julio). Angiosperm Phylogeny Website. [Http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html](http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html).
- Stiles, F.G. y Bohórquez, C.I. (2000). Evaluando el estado de la biodiversidad, el caso de la avifauna de la Serranía de la Quinchas, Boyacá, Colombia. Caldasia, 22 (1), 61-92.
- Stock, D.W., Weiss, K.M., Zhao, Z. (1997). Patterning of the mammalian dentition in development and evolution. BioEssays 19, 481-490.
- Streble, H. y Krauter, B. (1978). Das Leben in Wassertropfen, Mikroflora and Microfauna des Subasser, Ein Bestimmungsbuch mit 1700 Abbildungen.
- Suzán, G.A. (2005). Desmodus rotundus. Pp 193-194., en, Los mamíferos silvestres de México (Ceballo,s G. y Oliva, G., eds). Fondo de Cultura económica/CONABIO. México, DF.
- Swenson, J.J. young, B.E, Beck S, Comer P, Córdova JH, Dyson J, Embert D, Encarnación F, Ferreira W, Franke I, Grossman D, Hernandez P, Herzog SK, Josse C, Navarro G, Pacheco V, Stein BA, Timaná M, Tovar A, Tovar C, Vargas J. y Zambrana-Torrelío,C.M. (2012). Plant and animal endemism in the eastern Andean slope, challenges to conservation. BMC Ecology, 12, Pp. 1.

- Taubert, F., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S., Müller, M. S., Rödig, E., Wiegand, T. y Huth, A. (2018). Global patterns of tropical forest fragmentation. *Nature*, 554, 519-522.
- Ten Brink, P., Badura, T., Farmer, A. y Russi, D. (2012). The economics of ecosystem and biodiversity for water and wetlands. A Briefing Note. London, United Kingdom, IEEPP.
- Thomas, E., Morillo, A., Gutiérrez, J., Caicedo, C.A., Higuita, L.G.M., López-Lavalle, L.A.B. y González, M.A. (2021). Genetic diversity of *Astronium graveolens* Jacq. in Colombian seasonally dry tropical forest, support for the dry forest refugia hypothesis?. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 53, 125642.
- Titus, J.H. (1990). Microtopography and woody plant regeneration in a hardwood floodplain swamp in Florida. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 117 (4), 429-437.
- Torres-Rodríguez, S., Díaz-Triana, J.E., Villota, A. y Gómez, W. (2019). Diagnóstico ecológico, formulación e implementación de estrategias para la restauración de un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia). *Caldasia*, 41 (1), 42-59.
- Traylor, M.A. (1977). A classification of the Tyrant Flycatchers (Tyrannidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 148, 129-184.
- Trites, A.W. y Joy, R. (2005). Dietary analysis from fecal samples, How many scats are enough? *Journal of Mammalogy* 86, 704-12.
- Trujillo, F., Arcila, D. (2006). Nutria neotropical *Lontra longicaudis*. Pp 249-254. En, Rodríguez-Mahecha, J.V., Alberico, M., Trujillo, F., Jorgeson, J. (Eds.). Libro Rojo de los mamíferos de Colombia Serie Libros Rojos de especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Uetz, P., Freed, P. Y. y Hošek, J (Eds.) (2018) The Reptile Database, [Http://www.reptile-database.org](http://www.reptile-database.org), accessed [18-06-2022]
- Urbina-Cardona, J.N., Navas, C.A., González, I., Gómez-Martínez, M.J., Llano-Mejía, J., Medina-Rangel, G.F., Blanco-Torre, A. (2011). Determinantes de la distribución de los anfibios en el bosque seco tropical de Colombia, herramientas para su conservación, Capítulo 5. 167-193. En, *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia (Eds, Pizano, C. y García, H).
- Urbina-Cardona, J.N., Nori, J. y Castro, F. (2011). Áreas vulnerables a la invasión actual y futura de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*, Ranidae) en Colombia, Estrategias propuestas para su manejo y control. *Biota Colombiana* 12,23-34.
- Urbina-Cardona, J.N., Olivares-Pérez, M. y Reynoso, V.H. (2006). Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edgeinterior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation* 132,61-75.
- Valencia-Zuleta, A., Jaramillo-Martínez, A.F., Echeverry-Bocanegra, A., Viáfara-Vega, R., Hernández-Córdoba, O., Cardona-Botero, V.E., Gutiérrez-Zúñiga, J. y Castro-Herrera, F. (2014). Conservation status of the herpetofauna, protected areas, and current problems in Valle del Cauca, Colombia. *Amphibian y Reptile Conservation* 8 (2) [Special Section], 1-18.

- Van Buurt, G. (2005). Field Guide to the Amphibians and Reptiles of Aruba, Curaçao and Bonaire. Serpents Tale, Frankfurt.
- Van der Hammen T. 1974. The pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1 (1), 3-26.
- Van Toor M.L. O'Mara M.T. Abedi-Lartey M. Wikelski M. Fahr J. Dechmann D.K. (2019). Linking colony size with quantitative estimates of ecosystem services of African fruit bats. *Current Biology* 29 (7), R237-R238.
- Vargas, O. (2007). Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Vargas, W.G. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Universidad de Caldas.
- Vargas-Zapatas, M. A., Prince-Chacón, S. y Martínez-Hernández, N. J. (2012). Estructura poblacional de *Heliconius erato* hydra Hewitson, 1867 (Lepidoptera, Nymphalidae) en la reserva campesina la montaña (RCM), departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA)*, 51, 273-281.
- Vera, P. y Villegas, C. I. (2018). Trade-off entre servicios ecosistémicos y sus implicaciones el diseño de un esquema de pago por servicios ambientales. Universidad Nacional de Colombia.
- Verhelst-Montenegro, J.C. y Salaman, P. (2015) Checklist of the Birds of Colombia / Lista de las Aves de Colombia. Electronic list, version '18 May 2015'. Atlas of the Birds of Colombia. Available from <https://sites.google.com/site/haariehbamidbar/atlas-of-the-birds-of-colombia>.
- Vidal M. A. y Labra, A. (2008). Herpetología de Chile. Science Verlag® pp 579.
- Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J., Acevedo, O., Samacá, W., Santos, A., Peláez, S. y Aponte, C. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales, una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villanueva, B., Melo, O. y Rincón, M. (2014). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. *Colombia Forestal*, 18 (1), 9-23.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña A.M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villareal, H.M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza-Cifuentes, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Villegas, M. y Garitano, A. (2008). Las comunidades de aves como indicadores ecológicos para programas de monitoreo ambiental en la ciudad de La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 43 (2), 146-153.

- Viñals. (2004). New tools to manage wetland cultural heritage. 5th European Regional Meeting of the RAMSAR Convention. Organizado por Convenio Internacional sobre Humedales o de RAMSAR. yerevan (Armenia), 4-8 diciembre, 2004.
- Warren, A.D. Davis, K.J. Stangeland, E.M. Pelham, J.P y Grishin, N.V. (2015). Illustrated Lists of American Butterflies (North and South America).
- Wayne-Nelson, R. y Weller, E. (1984). A better rationale for wetland management. *Environmental Management*, 8 (4), 295-308.
- Wells, K.D. (1977). The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* 25, 666-693.
- Wildman, D.E., Chen, C., Erez, O., et al. (2006). Evolution of the mammalian placenta revealed by phylogenetic analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, 3203-3208.
- Wilson, D. E., Reeder, D. M. (Eds) (2005). *Mammal Species of the World, A Taxonomic and Geographic Reference*. Baltimore, E.E.U.U., Johns Hopkins University Pres.
- World Flora Online (WFO) (2022, Junio). An Online Flora of All Known Plants, Supporting the Global Strategy for Plant Conservation. [Http://www.worldfloraonline.org/](http://www.worldfloraonline.org/).
- Wright S. J., Zeballos, H., Domínguez, I., Gallardo, M. M., Moreno, M. C., Ibáñez, R. (2000). Poachers alter mammal abundance, seed dispersal, and seed predation in a Neotropical forest. *Conservation Biology*, 14, 227-239.
- Wunderle, J.M.Jr. (1994). *Census methods for Caribbean land birds*. New Orleans, Louisiana, U.S.A., Southern forest experiment Station, Forest service, U.S. Department of agriculture.
- Wynn, A. y Heyer, W.R. (2001). Do geographically widespread species of tropical amphibians exist? An estimate of genetic relatedness within the neotropical frog *Leptodactylus fuscus* (Schneider 1799) (Anura Leptodactylidae). *Tropical Zoology*, 255-285.
- Yacubson, S. (1969). Algas de ambientes acuáticos continentales, nuevas para Venezuela (Cyanophyta, Chlorophyta). *Bol. Centro Inv. Biol., Univ. Zulia*, 3, 1-87.
- Zahler, P. y Rosen, T. (2013). Endangered Mammals. *ScienceDirect* 2, 188-198.
- Zhang, B., Shi y., Liu, J. y Xu, J. (2017). Economic values and dominant providers of key ecosystem services of wetlands in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 77, 48-58.
- Zug, G.R., Vitt, L.J. y Caldwell, J.P. (2001). *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press. New York, EE.UU.